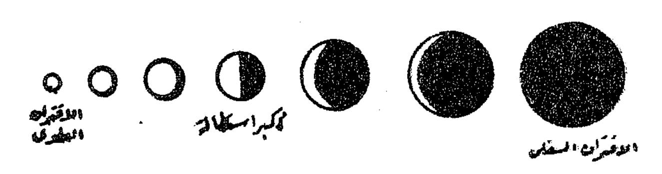
مسائى أو نجم صباحى . وفى الوضع المناسب فإن الزهره يمكن رؤيتها بالعين المجرده فى ضوء النهار . يتغير بعد الزهره عن الأرض حسب وضع كلا الكوكبين فى مداريهما من ٤١ إلى ٢٥٧ مليون كم . وبذلك تحدث تغييرات كبيره فى القطر الظاهرى من حوالى ١٠ً حتى ٦٠ً مصحوبة بتغييرات كبيره فى الأطوار (الشكل) . وقد تنبأ كوبرنيكوس بإختلاف أطوار الزهره كدليل على صحة نظرياته . ولما كانت هذه الظاهره يمكن مشاهدتها فقط بالمناظير فقد ظلت غير واضحه حتى إكتشفها جاليلى . وفى الإقتران العلوى (أبعد نقطه عن الأرض) نرى قرص الزهره كله مضيئا وصغيرا بسبب البعد الكبير . ويزداد القطر كلما إقترب الإقتران السفلى (أقرب نقطه إلى الأرض) ، ويكون ذلك مصحوبا بنقص فى الجزء المضاء من قرص الزهره . يبلغ الجرم السماوى أقصى لمعانه قبل أو بعد ٣٥ يوما من الإقتران السفلى . وبالقرب من الإقتران السفلى يلاحظ وجود إستطاله كبيره فى الجزء المضئ الهلالى الشكل (إمتداد طرفَىْ القرن) . ويأتى ذلك بسبب تشتت الضوء فى الغلاف الجوى للزهره .

طول قطر الزهره ١٢١١٢ كم أى ٩٥٪ من قطر الأرض ، وهو ليس مفلطحا . وكلا الكوكبين متشابهين فى الكتله والكثافه : فكتلة الزهره حوالى ٨١٤٨ر٠ من كتلة الأرض ، وكثافتها المتوسطه ٢٣٠ر٥ جم/سم^3 أى ٥٪ أصغر من الكثافه المتوسطه للأرض . وعجلة التثاقل على سطح الزهره تبلغ حوالى ٨٩٪ مما هى عليه على سطح الأرض

وسطح الزهره مغطى بطبقه سحابيه سميكه ، يمتد حدها العلوى من ٥٠ إلى ٦٠ كم أعلى من السطح . ومن على سطح الأرض فإننا نرى فقط ضوء الشمس المنعكس على هذا الغلاف السحبى ؛ وهذا يعلل البياض الكبير الذى يبلغ ٧٦ر٠ والبقع التى نشاهدها فى الكوكب ما هى إلا ظواهرِ ضوئيه جويه . يصعب رؤية سطح الزهره مباشرة من على الأرض بسبب غطاء السحب الكثيف . وعلى خلاف ذلك فقد أصبح من الممكن إجراء الأبحاث المباشره لغلاف الزهره الجوى منذ بضع سنين وذلك بمساعدة سفن الفضاء وخصوصا السوفيتيه منها من النوع «فينيرا» التى تخللت الغلاف الجوى للزهره . يتضح من هذه الأبحاث أن غلاف الزهره الجوى يتكون من حوالى ٩٥٪ من ثانى أكسيد الكربون (CO_2) أما الجزء الباقى فيتكون من الهيدروجين H ومن كميات ضئيله من الماء (H_2O) وأول أكسيد الكربون CO ومن الممكن أيضا الأكسجين O ولو أن ذلك مختلف عليه . ويبدو أنه لا وجود للنيتروجين (N) . والكثافة فى غلاف الزهره الجوى كبيره بدرجة لم نكن نتوقعها . فهى على سطح الزهره أكبر ٤٠ مره من كثافة الغلاف الجوى عند سطح الأرض . كذلك فإن درجة الحراره عاليه بدرجة لم تكن متوقعه : فيمكن أن تبلغ من ٤٠٠ إلى ٥٠٠ْ م فوق سطح الزهره . ويمكن تعليل ذلك بأن الغلاف الجوى للزهره له خاصية «البيت الزجاجى» : إذ يمكن لضوء الشمس الساقط النفاذ إلى عمق كبير فى الغلاف الجوى . أما ما يعاد إشعاعه فى الموجات الطويله فيتم



أطوار الزهره وتغير حجمها الظاهرى مع إختلاف الأوضاع النسبيه لها مع الشمس والأرض .

إمتصاصه ثانيه وبسرعه ؛ أى أنه يبقى مختفيا فى داخل الغلاف الجوى فيعمل على تسخينه . وللزهره مجال مغناطيسى ضعيف ، تقل شدته عن ١ر٠٪ من المجال المغناطيسى الأرضى . وعلى ذلك فإن الزهره ليس لها آية أحزمة إشعاعيه .

أصبحت معرفتنا لفترة دوران الزهره حول نفسها وكذلك معنى هذا الدوران منذ وقت قصير على أساس أرصاد الرادار(←طريقة صدى الراديو) . من ذلك حصلنا على النتيجة المدهشة ، وهى أن الزهره على العكس من كل الكواكب وعلى العكس من إتجاه الدوران الرئيسى ، لها دوران تراجعى فى المجموعة الشمسيه . ويبلغ ميل خط الاستواء بالنسبه لمستوى المدار حوالى ٦° . وفترة الدوران النجمية للزهره حول نفسها ، التى تبلغ ٩٨ر٢٤٢ يوما ، أطول بكثير عنها للكواكب الأخرى . (فترة الدوران الإقترانية ٧ر١١٦ يوما) . أى أن يوم الزهره يساوى ٥٨ يوما أرضيا . ومن الأرصاد التى تؤخذ فى بعض الأحيان للتكوينات البقعيه فى الغلاف الجوى ، تم سابقا إستنتاج فترة دوران تقدر بحوالى بضع أيام فقط للكوكب حول نفسه . ومن الممكن تعليل هذا التناقض بوجود رياح دائمه ذات سرعات عاليه فى الطبقات العليا من غلاف الزهره الجوى فى هذه الحالة فإن الطبقات العليا من غلاف الزهره الجوى تدور بسرعة أكبر عن سرعة الدوران عند سطح الزهره

دخلت سفينه الفضاء السوفيتيه فينوس ٣ فى ١٩٦٦/٣/١ غلاف الزهره الجوى . وقد كانت هذه أول مره يصل فيها جسم من صنع آدمى إلى كوكب آخر .

لمزيد من البيانات أنظر ←الكواكب ، الجدول .

الزوال

meridian
méridien *(sm)*
Meridian *(sm)*

(١) خط الزوال السماوى ، وهو الدائره الكبرى التى تمر بالقطب السماوى وكل من سمت ونظير مكان المشاهد . ويقطع الأفق هذه الدائره فى نقطتى الجنوب والشمال . وفى أثناء الحركة اليوميه الظاهريه تبلغ الأجرام السماويه فى الزوال أكبر إرتفاع لها فوق أو تحت الأفق ، أى أنها تبلغ ذروتها فى الزوال (الشكل ؛ ←الإحداثيات) .

(٢) كل نصف دائره على الارض تصل بين قطبيها الجغرافيين . ويبدأ تعداد الطول الجغرافى ، الذى يمثل إحدى الإحداثيات الجغرافيه من خط طول جرينتش ، خط الطول صفر وذلك حسب الإتفاق الدولى لعام ١٩١١ .

الزيج

Zig *(A)*

هو ← جداول الكواكب

الزيج الحاكمى

Hakemite tables *(A)*

جداول الكواكب التى وضعها ← إبن يونس

الزيج الخانى

Ilkanic tables *(A)*

جداول الكاوكب التى وضعها ← الطوسى

الزيج الصابى

Ilsabi tables *(A)*

جداول الكواكب التى وضعها ← البتانى .

زيغ الضوء

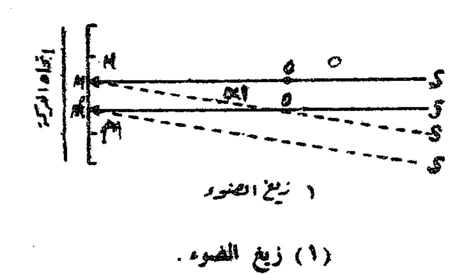
aberretion of light
aberration de la lumière *(sf)*
Aberration des Lichtes *(sf)*

(I) تغيير ظاهرى فى مواقع النجوم نتيجة محركة الأرض والسرعة المحدودة للضوء . فالضوء الساقط من النجم S على عدسة المنظار O يتطلب وقتا معينا حتى يصل إلى نقطه ما ، مثلا النقطه M من العينيه . وبما أن المنظار يتحرك تبعا لحركة الأرض فى

إتجاه غير إتجاه الضوء القادم من النجم ، فإن الضوء لا يصل إلى النقطة M حيث تكون هذه قد تحركت خلال الفترة الزمنيا المذكورة إلى النقطة Ḿ . وإذا ما أردنا أن يصل الضوء إلى النقطة M فلابد من إدارة المنظار بالزاويه α على اتجاه حركته فتصير بذلك الشيئيه فى النقطه Ó ويظهر بذلك ضوء النجم وكأنه ليس آتيا من Ś وإنما من S التى تميل بزاوية الزيغ α على إتجاه حركة المنظار . وتعتمد زاوية الزيغ على كل من نسبة سرعة حركة المنظار إلى سرعة الضوء وعلى الزاوية بين إتجاه الضوء الساقط وإتجاه حركة المنظار . وتكون زاوية الزيغ أكبر ما يمكن عندما يكون إتجاه الحركة عموميا على إتجاه سقوط الضوء . ولما كانت سرعة حركة المنظار صغيره فى العاده بالنسبه إلى سرعة الضوء فإن زاوية الزيغ فى العاده أيضا صغيره . إن مشاهد ما على سطح الأرض يخضع لثلاث أنواع من الحركات ينشأ عنها تأثيرات الزيغ الضوئى الآتيه :

(١) الزيغ اليومى ويأتى نتيجة لحركة المشاهد مع الأرض فى دورتها اليوميه حول محورها، ويظهر النجم الموجود على خط الزوال لمشاهد عند خط الاستواء مزاحا بزاويه ٣٢ر٠ً ناحية الشرق . وبزيادة قيمة خط العرض تقل سرعة حركة المشاهد وبالتالى تصغر زاويــة الــزيــغ α حسب الـقــاعــده :

$\alpha = 0'',32 \cos \varphi$ وقيمة الزيغ اليومى عند القطبين صفر .

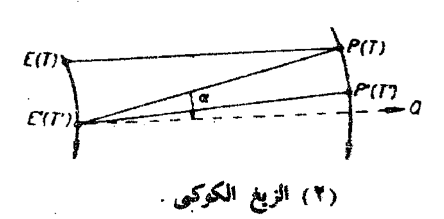


(١) زيغ الضوء .

(٢) الزيغ السنوى وينتج عن حركة الأرض فى مدارها حول الشمس . وحيث أن حركة الأرض تأخذ زوايا مختلفه بالنسبه لإتجاه الأرض ـ نجم خلال العام ، فإن زاوية الزيغ تتأرجح خلال العام بين نهاية عظمى ونهاية صغرى ، وتعتمد الأخيره على العرض البروجى للنجم . وقيمة زاوية الزيغ ثابته بالنسبه للنجوم التى تقع فى قطبى الدائره البروجيه وتساوى ٢٠٫٤٧ً . ويطلق على هذه القيمة **ثابت الزيغ** . وبخلاف نجوم القطب البروجى التى تتحرك ظاهريا فى دائره حول المكان الحقيقى للنجم فإن النجوم الأخرى تصنع ظاهريا قطع ناقص . ويكون ، فى **قطع الزيغ الناقص** هذا ، الطول الظاهرى لنصف القطر الأكبر عباره عن ثابت الزيغ بينما يعتمد طول نصف القطر الأصغر على العرض البروجى للنجم . ويتحول القطع الزيغى إلى خط فى حالة النجوم الواقعه على دائره الاستواء البروجى . ومعنى ذلك أن هذه النجوم تتأرجح كالبندول حول موقع معين خلال العام . إكتشف «برادلى» الزيغ السنوى عام ١٧٢٨ .

(٣) الزيغ الحِقَبى ويحدث نتيجة لحركة الشمس بكل كواكبها بما فيهم الأرض فى المجره . ويمكن إعتبار حركة الشمس فى خلال فترات المشاهده خطيه . وتقاسى كل النجوم التى تُشاهد من الأرض من تغيير ظاهرى فى مكانها فى إتجاه مستقر الشمس نتيجة للزيغ الحقبى . وهذا التغيير الظاهرى ثابت مع الزمن ، أى أنه لا يحدث تغيير فى المواقع النسبيه للنجوم ولهذا فليس للزيغ الحقبى أهميه كبيره فى الفلك .

عند التحديد الدقيق للمدارات لابد من أخذ **الزيغ الكوكبى** فى الإعتبار . ولنفترض أن الجرم السماوى فى اللحظه T ، وقت إشعاعه للضوء ، يوجد فى النقطة P من مداره ، بينما الأرض فى



(٢) الزيغ الكوكبى .

النقطة E . وحيث أن الضوء يحتاج فتره زمنيه ($T'-T$)، هى **الزمن الزيغى** ، حتى يصل إلى الأرض ، فإنه يصلها عند اللحظه T' فى النقطه E' . ونتيجة للزيغ الكوكبى فإن الكوكب يظهر وكأنه فى هذا الوقت فى الاتجاه $E'P$ الذى يميل بالزاويه α على الإتجاه $E'P$.والإتجاه الهندسى من موقع الأرض E' إلى الموقع P' للجسم السماوى عند اللحظه T ليس هو نفسه الإتجاه الحقيقى $E'Q$ بل إن $E'Q$ هو مواز للإتجاه الواصل بين الأرض والجرم السماوى عند اللحظه T ، أى أنه بالضبط الاتجاه الحقيقى الذى نبحث عنه فى عمليه تعيين المدار ، حيث تعتبر حركة الأرض أثناء الفترة الزمنيه القصيره بين اللحظه T واللحظه T' خطيه ومنتظمه . ونحصل على الزمن T من الزمن T' بطرح القيمة ($T'-T$) التى تعطى كنسبه إلى سرعة الضوء .

II **الزيغ اللونى والزيغ الكروى** وهما عباره عن نوعان من إخطاء الصوره ، ← منظار .

الزيغ الحقبى

secular aberration
aberration séculaire *(sf)*
säkulare Aberration *(sf)*

← زيغ الضوء

الزيغ السنوى

annual aberration
aberration annuelle *(sf)*
jährliche Aberration *(sf)*

← زيغ الضوء

الزيغ الكروى

spherical aberration
aberration sphérique *(sf)*
sphäische Aberration *(sf)*

← زيغ الضوء ، ← منظار .

الزيغ الكوكبى

planetary aberration
aberration planétaire
Planetenaberration *(sf)*

← زيغ الضوء .

الزيغ اللونى

chromatic aberration
aberration chromatique *(sf)*
chromatische Aberration *(sf)*

← زيغ الضوء ، ← منظار .

الزيغ اليومى

diurnal aberration
aberration diurne *(sf)*
tägliche Aberration *(sf)*

← زيغ الضوء .

زيليجر

Seeliger

هو هوجو فون زيليجر الفلكى الألمانى المولود بتاريخ ٢٣ سبتمبر ١٨٤٩ فى بايلا والمتوفى بتاريخ ٢ ديسمبر ١٩٢٤ فى ميونخ ، منذ ١٨٨٣ مديرا لمرصد ميونخ إشتغل زيليجر بالفلك النظرى والفوتومترى وقدم أعمالا أساسيه عن توزيع النجوم فى الفضاء المحيط بالشمس .

س

الساعه

clock, watch
montre *(sf)*, **horqloge** *(sf)*
Uhr *(sf)*

يحتاج كل مرصد يقوم بأرصاد أسترومتريه إلى ساعات دقيقه مع كرونوجرافات (كاتبات الزمن) . وبالإضافة إلى ذلك فإن الساعات تُمكن من إدارة المناظير وفق الحركة اليوميه الظاهريه للنجوم . ومبدأ الساعات يعتمد على عملية دوريه يعود بعدها دائما حدوث شئ معين بعد فترات زمنيه محدوده (دورات) . ويستعمل هذا فى إداره محرك يمكن بواسطته تحريك نظام مؤشرات . مثل هذه العمليات الدوريه يمكن أن يستخدم فيها ذبذبة بندول (الساعه البندوليه) ، ساعة كوارتز أو الذبذبات الذاتية فى

الذرات أو الجزيئات (الساعه الذريه) . وكلما كانت دورة الذبذبه دقيقة الثبات كلما دارت الساعة أيضا بدقة أكثر .

وليس من الضرورى أن تعطى **الساعه الفلكيه** الدقيقه الزمن الدقيق ، بل لابد فقط من معرفة خطأ مؤشراتها ، أى أن **خطأ الساعه** لابد أن يكون معروفا وعند إعطاء خطأ الساعه فإننا نختار الإشاره بحيث ينتج الزمن الواجب إظهاره بإضافة خطأ الساعه على الزمن الذى تشير إليه . لذلك فإن الساعه التى لها خطأ موجب تؤخر بينما التى تقدم لها خطأ سالب . ولا يضر كثيرا أن تسرع الساعه أو تبطئ بعض الشئ ، طالما أننا نعرف **المجرى اليومى** ، أى تغيير خطأ الساعة خلال اليوم . لكن تغيير المجرى اليومى لابد أن يكون بقدر الإمكان صغير ، أى لابد أن تدور الساعه بإنتظام جدا ؛ وعن طريق ذلك يتم تحديد درجة جودة الساعه . والساعات الدقيقة لا يتم ضبطها وإنما مراقبتها فقط ، بحيث يمكن دائما إضافة خطأ الساعه كتصحيح على قراءة المؤشرات . وقديما كان لابد من إجراء مراقبات الساعه هذه فى كل مرصد بواسطة عبور النجوم بإستعمال منظار الزوال . أما الآن فتتم هذه التحديدات الزمنيه فى أماكن قليله ثم ترسل النتائج فى صوره إشارات راديويه يمكن بها ربط الساعات فى كل الأماكن الأخرى .

الساعات الشمسيه : كانت الساعات القديمة عباره عن ساعات شمسيه ، لانزال نجدها على حوائط البيوت القديمة أوكحلية على المبانى الخشبيه . وفى الساعه الشمسيه يُستعمل ظل عصا أو مسقط ظل منحنى كمؤشر متحرك . ويوجد ساقط الظل (الشاخص) موازيا لمحور الأرض . ويتم قراءة الزمن على مساحة مقسمه إلى ساعات توجد فى الغالب إما أفقيه أو رأسيه . ولما كان الظل يسير حسب دوران الشمس فإن الساعة الشمسيه تُشير إلى الزمن الشمسى الحقيقى ، ويمكن مراعاة التحويل إلى زمن منطق فى دائرة مقياس الزمن . وفى مقابل الساعات العاديه التى تسير حسب الزمن الشمسى المتوسط فإن الساعات الشمسيه تقدم أو تؤخر بمقدار ← معادلة الزمن ، على حسب الفصل من السنه ، الشئ الذى يصل إلى أكثر من ١٥ دقيقه . وقراءة الساعة الشمسيه مضبوطه مع الزمن الشمسى المتوسط فى أربعة أيام من السنه ، عندما تكون معادله الزمن صفرا .

الساعه (البندوليه)

Horologium, Hor *(L)*
pendulum clock
pendule *(sm)*
Pendeluhr *(sf)*

هى كوكبة ← البندول .

الساعه الشمسيه والفلكيه

solar clock
horloge solaire *(sf)*
Sonnenuhr *(sf)*

← الساعه .

الساعه الفلكيه

astronomical clock
horloge astronomique *(sf)*
astronomische Uhr *(sf)*

← الساعه .

الساقى

Aquarius, Aqr *(L)*
watermann
verseau *(sm)*
Wassermann *(sm)*

برج ← الدلو .

ساها

Saha

هو مجهناد «ساها» الفيزيائى الهندى والفيزيائى الفلكى المولود بتاريه ١٠ أكتوبر عام ١٨٩٣ فى سيفرا تالى (السنغال) والمتوفى بتاريخ ١٧ فبراير ١٩٥٦ فى لودايكانال . إستخرج ساها معادلة سميت بإسمه ، يمكن بواسطتها حساب درجة التأين . وعن طريق تطبيق هذه المعادله على الأغلفه الجويه للنجوم أصبح تعليل الفروق فى أطياف النجوم مختلفه النوع الطيفى ممكنا .

السبع

Lupus, Lup *(L)*
Wolf
loup *(sm)*
Wolf *(sm)*

← الذئب

السبع نجوم

Pleiades
pléiades *(pf)*
Siebengestern *(sn)*

← الثريا .

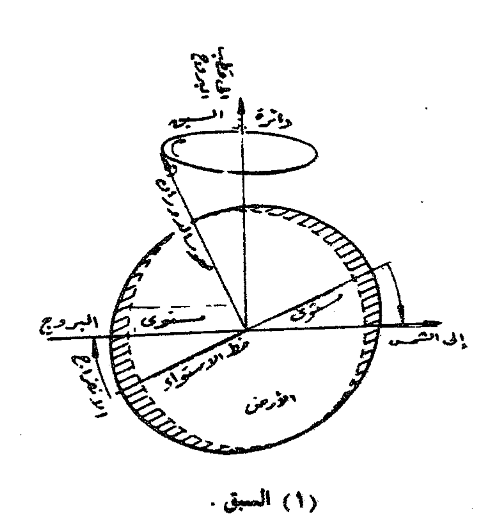
السبق

precession
précession *(sf)*
Präzession *(sf)*

هو حركة محور مغزل تحت تأثير قوة خارجيه حول محور ثابت فى الفضاء . وبخلاف هذا التعبير الشائع فى الفيزياء فإننا نفهم فى الفلك تحت **السبق العام** إنتقال نقطتى الاعتدالين ، أى النقطتين على دائره البروج اللتان يتقاطع فيهما دائرة الاستواء السماوى ودائره البروج ، أى نقطتى الربيع والخريف . يرجع هذا الإنتقال إلى تغيير فى وضع كل من الإستواء السماوى والبروج بالنسبه للنجوم الثوابت .

تشبه الأرض شكل مجسم دوار يمكن تصوره كما لو كان مكونا من كره وطوق سمكه عند خط الإستواء حوالى ٢١كم . وبسبب ميل مستوى الإستواء السماوى على مستوى البروج بحوالى ٢٧َ ٢٣ْ فإن قوتا جذب الشمس والقمر تعملان بعزم دوران على إدارة مستوى الاستواء ناحية مستوى البروج ، وذلك لأن كلا من الشمس والقمر يتواجدان دائما فى البروج أو بالقرب منه . يمكن إعتبار الأرض فى دورانها مثل المغزل . وتبعا لقوانين معروفه فى الطبيعه فإن محور المغزل لا يتبع عزم الدوران المؤثر ، وإنما يحيد عنه بزاوية يمينيه ، وبذلك يضع محور الدوران حول الأرض عباءة مخروط مزدوج ، (**مخروط السبق**) ، ترتكز قمته فى منتصف الأرض ويتعامد محوره الثابت على مستوى البروج ، أى يشير المحور ناحية قطب دائره البروج . ونصف زاوية فتحه مخروط السبق تساوى الميل البروجى أى ٢٧َ ٢٣ْ . ومع تغيير محور دوران الأرض يتغير كذلك مستوى خط الإستواء ، حيث أن الأخير دائما عمودى على الأول . ومع إنتقال مستوى خط الإستواء الأرضى ينتقل كذلك مستوى الإستواء السماوى ، لأن مستوى الاستواء السماوى ما هو إلا إمتداد لمستوى الإستواء الأرضى ، وينشأ عن ذلك إنتقال فى نقطتى الربيع والخريف . إن ما يحدث بفعل الشمس والقمر من زحزحة فى نقطتى الربيع والخريف على دائرة البروج فى إتجاه عكس الدوران الظاهرى السنوى للشمس يسمى **بالسبق الشمس قمرى** ، وتقدر قيمته فى العام بحوالى ٤٠ر٥٠ً ، منها ٣٠ً راجعة لفعل القمر وحده بسبب قربه الشديد من الأرض . وهناك إنتقال آخر أظهرته نظرية النسبيه يسمى **السبق المساحى** وقيمته ـ ٠٢ر٠ً لكل عام . تبعا لكل ما ذكر فإن دورة كامله لنقطة الربيع حول البروج تستغرق حوالى ٢٥٧٠٠ سنه . تسمى هذه الفترة الزمنيه بالسنه البلاتونيه .

يتسبب تحرك نقطه الربيع فى إتجاه معاكس لدوران الشمس الظاهرى على البروج فى أن تقل السنه المداريه ، أى الفتره الزمنيه بين عبورين متتالين للشمس خلال نقطة الربيع المتوسطه ، عن السنه النجميه ، أى الفتره الزمنيه المنقضيه حتى تعود



(١) السبق .

الشمس إلى نفس الوضع مرة ثانيه بالنسبه للنجوم ، وذلك بمقدار ٢٣ث ٢ق.

كانت نقطه الربيع ، وفى أيام «هيبارخ» ، مُكتشف السبق ، فى برج الميزان وعلى حافة برج الحوت . ومنذ ذلك الوقت حتى الآن إنتقلت نقطة الربيع حوالى ٤٥ق ١س فى المطلع المستقيم ، بحيث أصبحت الآن موجوده فى برج الحوت وعلى حافة برج الدلو .

ولا يحدث إنتقال نقطه الربيع بصورة منتظمة ، لأن عزم الدوران الناتج من القمر ، على سبيل المثال ، متغير مع الزمن . وعلى ذلك فإن ما ينتج من سبق يتغير أيضا بمرور الزمن . ويتسبب القمر فى حدوث أكبر سبق عندما يكون على أبعد مسافة من مستوى خط الإستواء ، الشئ الذى يحدث عندما يكون القمر فى مداره على بعد ٩٠° من عقدة مداره الصاعده ، وتكون هذه منطبقه مع نقطه الربيع . فى هذه الحالة يكون ميل القمر مساويا لميل مستوى مداره على مستوى البروج . ولما كان خط عُقد مدار القمر يدور ، فإن القمر لا يصل إلى هذا الوضع المتطرف فى دورانه كل مره وإنما كل ١٨ر٦ سنه وهى الفتره التى تنتهى فيها دورة العقد القمريه . من ذلك يتضح أن نقطة الربيع تتأجح بدوره العُقد القمرية أى فى فترة طولها ١٨ر٦ سنه ، حول وضع متوسط . وتبلغ أكبر مسافه بين نقطة الربيع الحقيقيه والأخرى التخيليه ، التى تتحرك بسرعه منتظمه حوالى ١٧ر٢٤ً .

يعانى ميل البروج أيضا من تغيير دورى قيمته القصوى ٩ر٢١ً نتيجة للتأرجح الدورى فى محور دوران الأرض وبالتالى إنتقال مستوى الإستواء . بجانب ذلك يوجد تغيير دورى صغير فى السبق بسبب الأوضاع المتغيره للشمس والقمر بالنسبه للأرض . كل هذه التغيرات الدورية فى السبق يضمها فى الفلك إسم **الترنح** . ونتيجة للترنح فإن محور الأرض يصنع مخروط سبق غير منتظم أى متموج .

وعلاوة على الدوران فإن الأرض تتحرك حول الشمس حركة سنوية . ولو إعتبرنا كتلة الأرض موزعه بإنتظام على طول مدارها حول الشمس ، فإنه يمكننا إعتبار الأرض فى هذه الحاله وهى تدور حول الشمس مثل مغزل ، قطره هو قطر مدار الأرض . ولما كانت مدارات الكواكب تميل على مدار الأرض ، فإن الكواكب تؤثر بعزم دوران على الأرض ، يحاول إدارة مدارها فى المستوى الأساسى لمستويات مدارات الكواكب . وتكون النتيجة أن يحدث سبقا فى محور مدار الأرض حول الشمس ، أى العمود المقام على مستوى مدار الأرض حول الشمس ، يؤدى هذا السبق إلى إنتقال مدار الأرض وبالتالى دائره البروج . وهذا يؤدى بدوره ، فى حالة إفتراض ثبات مستوى الإستواء السماوى ، إلى إنتقال نقطة الربيع على خط الإستواء السماوى ، الشئ الذى يُرمز إليه **بالسبق الكوكبي** وتقدر قيمته السنويه بحوالى ١٢ر٠ً . يتغير مع ذلك أيضا ميل البروج ، الذى تبلغ قيمته حاليا ٤٧ر٣٥ً ٢٦َ ٢٣° ويتناقص بمقدار ٤٧ر٠ً ويلاحظ أن تغيير ميل البروج ليس حِقْبيا وإنما دوريا فهو يتأرجح فى مدة حوالى ٤٠٠٠٠ سنه بين القيمتين ٥٥َ ٢١° و ١٨ً ٢٤° .

(يحدث إنتقال مستوى مدار القمر وبالتالى إداره للعقد القمريه بنفس المؤثر . فى هذه الحالة يكون القمر فى مداره حول الأرض هو المغزل والشمس هى الجسم الذى يسبب الاستداره)

إن السبق الشمس قمرى والسبق الكوكبي يكونان معا مايعرف **بالسبق العام** ، أى الإنحراف الفعلى لنقطة الربيع فوق البروج المتحرك . ولما كانت الإزاحتان لا تحدثان فى إتجاه واحد فإن قيمة السبق العام تبلغ فقط ٥٠ر٢٦ً فى السنه . وتسمى **بثابت السبق** النسبه بين السبق الشمس قمرى و Cos ε ؛ حيث ε هى ميل دائره البروج . وقيمه ثابت السبق هى ٥٤ر٩٤ً لكل عام وتتغير مثل كل من السبق الكوكبي والشمس قمرى بدرجة قليلة مع الزمن .

إن تعيين القيم العدديه لكل من السبق الشمس قمرى والترنح وتغيير الميل ممكن من الناحية النظرية وذلك عندما نعرف بدقة توزيع الكتله فى جسم الأرض ، حيث أن ذلك يؤثر على عزم الدوران الفعلى . ولما كانت هذه المعرفة الدقيقه غير ممكنه حتى الآن ، فإنه يلزم تحديد الثوابت العدديه للسبق الشمس قمرى وللترنح بطرق تجريبيه وذلك من واجبات علم القياسات الفلكيه .

يمثل كل من مستوى الإستواء ومستوى البروج أساسا فى نظم الإحداثيات الفلكيه ، بينما نقطة الربيع هى دليل لإحصاء الإحداثيات . ومن هنا فإن الإزاحه فى المستوى الأساسى والتغيير فى نقطه بداية الإحداثيات نتيجه السبق يؤديان إلى تغيير فى ←إحداثيات الجرم السماوى . ولذلك فإن التعيين الدقيق ←لمكان جرم سماوى يستلزم تدارك هذا التغيير . فنتيجة لتجول محور الأرض يتجول أيضا قطبى السماء ، أى نقط تلاقى إمتداد محور الأرض مع القبه السماويه . من هنا فإن البعد القطبى للنجم يتغير مع الزمن ؛ فمثلا يقل البعد القطبى لنجم القطبيه (ألفا الدب الأصغر) ، والذى يبلغ الآن حوالى ١° وستكون قيمته فى عام ٢١٠٠ فقط ٢٨َ ، ثم يزداد بعد ذلك ثانيه . وفى عام ٤٠٠٠ سيلعب النجم جاما قيفاوس دور نجم القطبيه بينما سيقوم بذلك نجم النسر الواقع عام ١٤٠٠٠ .

(٢) مسار قطب السماء بين النجوم . وقد أدرجت تواريخ تواجد القطب فى الأماكن المختلفة .

ويتضح من الأرصاد وجود حركات أخرى للقطب قيمتها صغيره جدا وتنتج من إنتقال محور الدوران فى داخل جسم الأرض (← إرتفاع القطب) .

تم إكتشاف السبق بواسطة هيبارح حوالى عام ١٥٠ ق . م وذلك عندما قارن مواقع النجوم التى رصدها مع أرصاد مدرجه فى مصنف سبقه بحوالى ١٥٠ سنه ، كما إكتشف «برادلى» الترنح حوالى عام ١٧٤٧ .

سبق الشمس والقمر

luni-solar precession
précession luni - solaire *(sf)*
Lunisolar Präzession *(sf)*

← السبق .

سبق الكواكب

planetary precession
précession planétaire *(sf)*
Planetenpräzession *(sf)*

← السبق .

سبكتروسكوب

spectroscope
spectroscope *(sm)*
Spektroskop *(sn)*

أحد ← الأجهزه الطيفيه .

سبكتروسكوبى

spectroscopy
spectroscopie *(sf)*
Spectrosckpie *(sf)*

هو تحليل الضوء إلى طيف وكذلك دراسته . ولهذا الغرض تقاس أطوال الموجات ويتم عمل قياسات طيفيه فوتومتريه (← الفوتومترى) أى توزيع شدة الإشعاع فى الطيف . ولتحليل الشعاع طيفيا يتم إستخدام مختلف ← الأجهزه الطيفيه . ويعتبر سبكتروسكوبى ما يصلنا من ضوء الأجسام غير

الأرضية من الواجبات المهمه جدا فى الرصد الفلكى وإن كان صعبا للغايه .

سبكترومتر

spectrometer
spectrométre *(sm)*
Spektrometer *(sm)*

← الأجهزه الطيفيه .

سبكترومترى

spectrometry
spectrométrie *(sf)*
Spektrometrie *(sf)*

هو ← سبكتروسكوبى .

سبكترو هليوجراف ، سبكترهليوسكوب .

spectroheliograph
spectrohéliographe *(sf)*
Spektroheliograph *(sm)*

آله تستعمل فى ← أرصاد الشمس .

ستراتوسفير

stratosphere
stratosphere *(sf)*
Stratosphäre *(sf)*

إحدى، طبقات ← الغلاف الجوى الأرضى .

ستروفا

Struve

(١) هو الفلكى فريدريك جيورج ويلهالم ستروفا المولود بتاريخ ١٥ إبريل ١٧٩٣ فى ألطونا والمتوفى بتاريخ ٢٣ نوفبر ١٨٦٤ فى بلكوفو . وقد عاش منذ ١٨١٣ فى دورباط (حاليا تارتو) ، وعمل بين عامى ١٨٣٩ ، ١٨٦٢ كأول مدير لمرصد بلكوفو . وفى أثناء قياساته لمواقع النجوم أمكنه فى عام ١٨٣٨ ، أى فى نفس الوقت مع بيزل ولأول مره ، تعيين إختلاف منظر نجم ثابت (النسر الواقع) . وقدكان مجال عمل ستروفا الأساسى هو النجوم المزدوجه حيث صدر له عدة مصنفات .

(٢) الفلكى أتو ويلهلم ستروفا المولود بتاريخ ٧ مايو ١٨١٩ فى دورباط (حاليا تارتو) والمتوفى بتاريخ ١٦ أبريل ١٩٠٥ فى كارلزرو ؛ إبن (١) ؛ عمل فى دورباط منذ عام ١٨٤٧ ومنذ ١٨٣٩ بمرصد بكلوفو حيث كان مديرا له فى الفتره من ١٨٦٢ حتى ١٨٨٩ ، وعاش بعد ذلك أغلب الأوقات فى كارلزرو . وقد قام ستروفا بكثير من القياسات والأرصاد على النجوم المزدوجه .

(٣) هو الفلكى هيرمان ستروفا المولود بتاريخ ٣ أكتوبر ١٨٥٤ فى بلكوفو والمتوفى بتاريخ ١٢ أغسطس ١٩٢٠ فى هرن آلب (شوارتز فالد بألمانيا) ، إبن (٢) ، عاش أولا فى بلكوفو حتى عُين فى عام ١٨٩٤ مديرا لمرصد كونجزبرج (حاليا كالييننجراد) . وعام ١٩٠٤ مدير المرصد برلين ، الذى إنتقل تحت إدارته إلى بابلز برج . وقد قام ستروفا بعمل أبحاث عن الكواكب والتوابع .

(٤) الفلكى لودفج ستروفا المولود بتاريخ ١٨٥٨/١١/١ فى بلكوفو والمتوفى بتاريخ ٤ نوفبر ١٩٢٠ فى زيمفربول ؛ إبن (٢) ؛ عمل فى كل من بلكوفو ودور رباط (حاليا تارتو) ، ثم بعد ذلك مديرا لمرصد كاراكوف ، وقام بأبحاث نظريه فى الفلك الكلاسيكى .

(٥) هو الفلكى جيورج ستروفا المولود بتاريخ ٢٩ ديسمبر ١٨٨٦ فى بلكوفو والمتوفى بتاريخ ١٠ يونيو ١٩٢٣ فى برلين . وهو إبن (٣) عمل منذ عام ١٩١٩ بمرصد برلين بابلسبرج وقام بأبحاث عن الكواكب والتوابع .

(٦) الفلكى أوتو ستروفا المولود بتاريخ ١٢ أغسطس ١٨٩٧ فى كراكوف والمتوفى بتاريخ ٦ أبريل ١٩٦٣ فى بركلى (الولايات المتحده الأمريكيه) ؛ إبن (٤) ؛ عمل فى الولايات المتحده الأمريكيه مديرا للمراصد فى ويليامز باى وفورت ديفز وكذلك المرصد القومى الفلكى الراديوى فى جرين بانك ؛ وكان منذ عام ١٩٥٢ حتى عام ١٩٥٦ رئيسا للإتحاد الفلكى الدولى . إشتغل ستروفا فى مجالات مادة ما بين النجوم ودوران النجوم والنجوم المزدوجه والكسموجونى .

ستروجرن

Stromgeren

هو الفلكى إلياس ستروجرن المولود بتاريخ ٣١ مايو ١٨٧٠ فى هيلسنج بورج (السويد) والمتوفى بتاريخ ٥ أبريل ١٩٤٧ فى كوبنهاجن . وقد ظل ستروجرن لسنوات طويله مديرا لمرصد كوبنهاجن . وفى خلال أبحاثه فى الفلك النظرى قام ستروجرن بدراسات عديده عن إضطراب المدار وعن مسأله الثلاثه أجسام ، وأصدر بالإشتراك مع إبنه بِنْجِت شتروجرن ـ الفلكى الناجح منذ وقت طويل فى الولايات المتحدة والذى رأس الإتحاد الدولى الفلكى وقتها ـ كتابه الفلكى التعليمى المشهور فى أوسلو عام ١٩٣١ .

سجل نجومى

star catalog
catalague des étoiles *(sm)*
Sternverzeichnis *(sn)*

← مصنف نجومى

سحابه الدرع

Scutum cloud
nuage d'écu de Sobiestky *(sm)*
Schildwolke *(sf)*

سحابة تجذب الإنتباه فى كوكبه الدرع .

سحابة الذيل

tail condensation
condensation de la queue *(sf)*
Schweifwolke *(sf)*

← مذنب .

سحابتى مجلان

Magellanic clouds
nuages de Magellan *(pm)*
Magellanische Wolke *(sf)*

إثنان من المجموعات النجوميه الخارجيه نراهما بالعين المجرده كبقع سديميه مضيئه فى كوكبات التنين والجبل (سحابه مجلات الكبرى) والطوقان (سحابة مجلان الصغرى) فى نصف الكره السماويه الجنوبى . وقد سميتا بهذا الاسم تبعا للبحاره البرتغالى مجلان (١٤٨٠ ـ ١٥٢١) . يبلغ قطرى السحابتين ٨ر١١° (السحابه الكبرى) ، ٢ر٤° (السحابه الصغرى) أى ٢٣ ، ٩ مره حجم القمر وقت التمام على التوالى .

وتبعا لشكليهما فإن سحب مجلان تُميَّز غالبا كمجموعات نجوميه غير منتظمه ، إلا أن راصدين آخرين يعتقدون ، على الأقل بالنسبه للسحابه الكبرى ، بأن فى إمكانهم إثبات شكل حلزونى لها . ولو صَحَّ ذلك لأصبح تقسيمها تبعا للسدم البالكانيه . وقد أمكن من الأرصاد الراديويه ، فى خط ٢١ سم على وجه الخصوص ، إثبات دوران للسحابتين . ويغلب على تكوين **سحابة مجلان الكبرى** أجسام من الجمهره I . ولهذا نشاهد بجانب خطوط الإنبعاث الواسعه مناطق كثيره قاتمة من مادة ما بين النجوم ذات الإمتصاص وكذلك فوق العمالقه . بالاضافه إلى هذا فقد وُجدت بهذه السحابه نوفا وحشود كرويه تحتوى على متغيرات RR السلياق ، أى ممثلات للجمهرة القرصيه وجمهرة الهاله ، اللتان تنتميان إلى الجمهرة II . **أما سحابة مجلان الصغرى** فهى أقل شبها بمادة ما بين النجوم . وحتى مناطق الحافه تبدو خاليه من المادة القاتمة ، إلا أن نسبة مادة ما بين النجوم إلى الماده النجميه كبير جدا ، كما يتضح من الأرصاد الراديويه . وفى المجموع فإنه يوجد فى سحابه مجلان الصغرى أجساما أكثر من الجمهره II بالنسبه لما هو موجود فى الكبرى ومن الناحية العدديه تطغى نجوم الجمهرة .

ولسحابتى مجلان أهمية بالغة بالنسبه لدراسة الجمهرات . ونظر لأن كلا منهما على نفس المسافه تقريبا من الشمس ، فإن فرق اللمعان الظاهرى المقاس يساوى الفرق فى اللمعان المطلق . وهذا الشئ مهم جدا فى جميع الدراسات التى يرجى منها تحديد الفروق فى اللمعان المطلق للمجموعات النجوميه ، على سبيل المثال العلاقه بين الدوره واللمعان للمتغيرات من نوع دلتا قيفاوى وذلك بمعونه ما أُكتشف منها فى سحابتى مجلان .

توجد كل من السحابتين مباشره بجوار مجره سكة التبانه وتكونان معها مجموعة ثلاثيه تنتمى إلى المجموعه المحليه ، أنظر الجدول .

	السحابة الكبرى	السحابة الصغرى
البعد عن مجرة سكة التبانة	٥٠٠٠٠ بارسك	٦٠٠٠٠ بارسك
البعد بين السحابتين	٢٢٠٠٠ بارسك	
القطر	١١٠٠٠ بارسك	٤٦٠٠ بارسك
الكتلة (بكتلة الشمس)	٦ بليون تقريبا	٥ر١ بليون تقريبا
نسبة هيدروجين ما بين النجوم	٩٪ تقريبا	٣٠٪ تقريبا .
اللمعان المطلق	- ٥رق١٨	- ٨رق١٦

سحابة الليل المضيئة

noctilucent cloud
nuage nocturne lumineux *(sm)*
leuchtende Nachtwolke *(sf)*

سحابة تظهر بضوء أبيض فى السماء لفترة طويلة بعد غروب الشمس بعد أن تكون السحب العادية قد دخلت ظل الأرض . وإشعاع السحابة ليس ذاتيا وإنما عن طريق إنعكاس ضوء الشمس على جسيمات ترابية صغيرة . وتحدث السحب المضيئة بالليل بدرجة متساوية على ارتفاع حوالى ٨٠ كم . وبسبب هذا الارتفاع الكبير فإنها تضاء بأشعة الشمس لفترة طويلة بعد الغروب . وتزداد هذه الظاهرة شدة بعد الانفجارات البركانية (على سبيل المثال كراكاتا و١٨٨٣) وبعد السقوط الكثير للشهب والنيازك وفى أثناء حدوث تيار شهبى . وكمصدر للكتل الترابية فى السحابة يأتى كلا من المصادر الأرضية ودخول مادة ما بين الكواكب فى أعالى الغلاف الجوى الأرضى . ومن الممكن أن يكون الغبار البين كوكبى عبارة عن بقاها نيازك صغيرة جدا .

السحب الداكنة

dark nebulae
nébuleuses obscure *(pf)*
Dunkelwolken *(pf)*

تجمعات كثيفة من ← غبار ما بين النجوم . تمتص بشدة ضوء النجوم فتظهر بذلك مناطق خالية من أو فقيرة النجوم .

سحابة المساء

nocturnal cloud
nuage nocturne *(sm)*
Nachtwolke *(sf)*

هى ← سحابة الليل المضيئة .

سحابة نجومية

star cloud
nuage d'étoiles *(sm)*
Sternwolke *(sf)*

(١) تجمع واضح من النجوم الخافتة فى الحزام الضوئى لسكة التبانة ذا حدود غير منتظمة .

(٢) منطقة واسعة ذات كثافة نجومية كبيرة فى داخل مجموعة نجومية .

السدس

Sextans, Sex *(L)*
sextant
sextant *(sm)*
Sextant *(sm)*

(١) ← آلة قياس زاوية (٢) إحدى كوكبات منطقة الاستواء المساوى التى تُرى فى ليالى الربيع .

السدم الخارجية

extragalactic nebulae
nébuleuses extragalactiques *(pf)*
extragalaktische Nebel *(pm)*

هى ← السحب الداكنة .

السدم الداكنه

dark nebulae
nébuleuses obscures *(pf)*
Dunkelnebel *(pm)*

هى ← السحب الداكنه .

السدم الغازية

gaseous nebulae
nébuleuses gazeuses *(pf)*
Gasnebel *(pm)*

سدم مَجَرِّيَّة يظهر فيها ← غاز ما بين النجوم مضيئا ويرسل طيف إنبعاث .

السدم المجريه

galactic nebulae
nébuleuses galactiques *(pf)*
galaktische Nebel *(pm)*

تجمعات مضيئه وكثيفه نسبيا لمادة ما بين النجوم فى سكة التبانه . وهى مثل كل مادة ما بين النجوم مركزه حول مستوى المجره وفى الأذرع الحلزونيه . ونميز حسب الشكل بين السدم المتشتته التى تظهر على شكل سحابات غير منتظمه أو ضباب دقيق وبين ← السدم الكوكبيه المنتظمه وفى السدم المجريه يوجد فى غالب الأحيان غاز وغبار . ويمكن أن تتم إثاره الغاز لدرجة الإضاءه بواسطة إشعاع النجوم الساخنه بينما يمكن أن يعكس الغبار ضوء النجم . وإثارة الغاز لدرجة الإضاءة يتطلب نجوما على الأقل من النوع الطيفى BO حتى يظهر السديم إنبعاثى أو غازى (← غاز ما بين النجوم) . وإذا ما تواجد السديم قريبا من نجوم بارده نسبيا فلا تكون هناك إثاره ويظهر السديم كسديم إنعكاس (← غبار ما بين النجوم) . وغالبا ما تكون هناك أشكالا متداخله من إنعكاس وإنبعاث يترواح قطر السديم المجرى بين ٥ر٠ إلى ٣٠ بارسك ، بينما تتراوح الكثافة من ١٠٠ إلى بضع آلاف من ذرات الهيدروجين لكل سم^{3} ، والكتله من ١ إلى ١٠٠ مره مثل كتله الشمس . والتجمعات الكثيفه من الغاز ، التى تمتص ضوء النجوم بدرجة كبيره تسمى السدم الداكنه (السحب الداكنه) .

السدم العاكسه

reflection nebulae
nébuleuses par réflection *(pf)*
Reflektionsnebel *(pm)*

تجمعات من ← غاز ما بين النجوم كثيفة نسبيا ، يعكس غازها ضوء النجوم المجاوره .

سديم

nebula
nébuleuse *(sf)*
Nebel *(sm)*

منطقه فى الغالب خافته الضوء ، وغير واضحة الحدود على الكره السماويه .

(١) السديم المجرى : تجمعات كثيفه من ← المادة غير النجمية تنتمى إلى مجرة سكة التبانه . ومعظم السدم المجريه لها أشكال غير منتظمه تماما ؛ لذلك تسمى بالسدم المتناثره أو المشتته على عكس ← **السدم الكوكبيه** المنتظمه البناء نسبيا . وفى السدم الغازيه أو الإنبعاثيه التى تنتمى أيضا إلى السدم الكوكبيه فإن الغاز الغير نجمى يُثار بواسطة ضوء النجوم الساخنه ؛ أما فى السدم العاكسه فإن الضوء ينعكس على الغبار ، والمناطق شديده الإمتصاص ، أى السحب الداكنه ، تسمى أحيانا بالسدم الداكنه .

(٢) السدم الخارجيه : وهى ← مجموعات نجوميه قائمة بذاتها خارج مجره سكة التبانه . وتبدو السدم الخارجيه مشتته الضوء ، لأنه لا يمكن تفريقها ضوئيا إلى نجوم بذاتها . وحسب الشكل الخارجى فإننا نميز بين السدم الإهليجيه والحلزونيه وغير المنتظمه .

سديم أبو جلمبو (السرطان)

crab nebula
nebuleuse du Crabe *(sf)*
Crabnebel *(sm)*

(اللوحه ١٠) سديم كوكبى فى برج الثور يعرف باسم M1 فى مصنفات وخرائط النجوم ، وهو عباره عن بقايا نوفا إنفجرت فى عام ١٠٥٤ . يبعد سديم أبو جلمبو عنا بحوالى ١٠٠٠ بارسك وبقدر قطره بحوالى ١ر٨ بارسك ولمعانه الظاهرى البصرى ٩ر٨ق . وتشاهد فى الصور المأخوذه لسديم أبو جلمبو مجموعة من الألسنه ذات الطيف الإنبعاثى فوق خلفيه خافته . وضوء السديم مستقطب جدا ولدرجة تصل فى بعض الأماكن إلى ١٠٠٪ . ويستدل من إتجاه الإستقطاب على وجود مجال مغناطيسى فى داخل السديم ، تتجه خطوطه أساسا على طول الألسنه . كما أن الألسنه تتمدد بسرعة تقدر بحوالى ١١٠٠ كم/ث . ومعظم كتلة السديم ، التى تقدر بحوالى ١ر٠ قدر كتله الشمس مركزة داخل هذه الألسنه . تدل الأرصاد



سديم أمريكا الشماليه .

الحديثه فى النطاق الراديوى على أن الكثافة فى وسط السديم وحول النجم المركزى أقل منها فى غلاف السديم . والضوء ذو الطيف المستمر هو فى الغالب إشعاع سينكروترونى ينشأ من حركة جسيمات مشحونة فى مجال مغناطيسى بسرعات تقارن مع سرعة الضوء . ويُفترض أن يكون النجم المركزى هو مصدر هذه الجسيمات . وبعد أن تجوب هذه الجسيمات السديم تصبح جزءا من الأشعه الكونيه . وقد أمكن رصد قصاصات وعقد لامعه وقصيرة العمر تتحرك فى السديم بسرعات تقدر بحوالى $\frac{١}{١٠}$ سرعة الضوء . ومن المحتمل أن تكون هذه هى الجسيمات المشحونة الخارجة من النجم المركزى . إن سديم أبو جلمبو ينبوع قوى للإشعاع الراديوى : ويرمز له كمصدر راديوى **بالثور A** . والنجم المركزى عباره عن ← بلسار ذو دوره طولها ٠٫٠٣٣٠٩ ثانيه . وهو الوحيد من نوعه فى النطاق البصرى ونطاق طيف رونتجن الذى له ذبذبة فى شدة الضوء بهذه الدوره . والتدليل على كون النجم المركزى عباره عن بلسار له أهمية كبيره من ناحية معلوماتنا عن كسموجونية البلسار . لهذا السبب فإن سديم أبو جلمبو ونجمه المركزى يعدان حاليا من أكثر الأجسام الفلكيه المدروسه . وعلى الرغم من أن سديم أبو جلمبو يعد

أحد السدم الكوكبية إلى أنه ليس المثال النمطى لتلك المجموعه .

حصل سديم أبو جلمبو على إسمه من شكله . وهو يسمى أيضا سديم السرطان .

السديم الإهليجى

elliptical nebula
nébuleuse elliptique *(sf)*
elliptischer Nebel *(sm)*

إحدى الأشكال الممكنه ـــــ لمجموعه نجوميه

سديم إمريكا الشماليه

north america nebula
nébuleuse d'Amérique du Nord *(sf)*
Nordamerikanebel *(sm)*

سديم مجرى يوجد بمنطقه كوكبة الدجاجا وله حدود شبيهه بأمريكا الشماليه .

سديم إنبعاثى

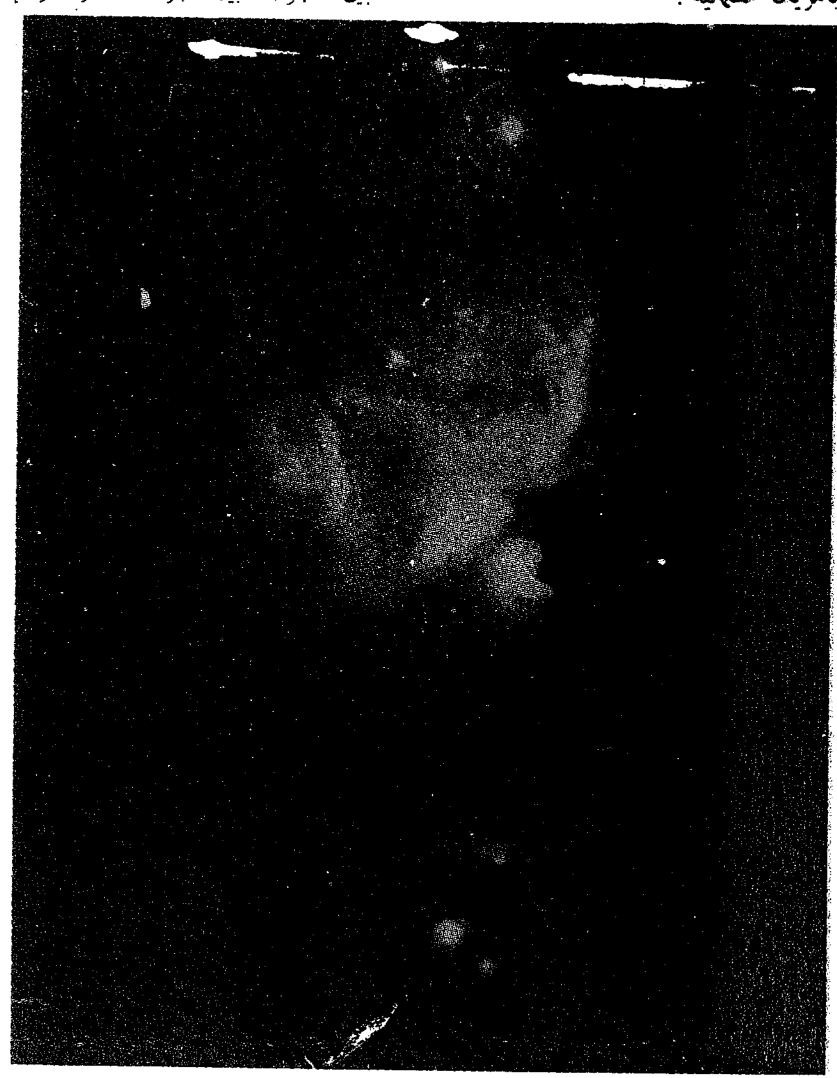
emission nebula
nébuleuse par émission *(sf)*
Emissionsnebel *(sm)*

سديم مجرى يتميز بأن غاز ما بين النجوم فيه يظهر مضيئا ويرسل بطيف إنبعاث

سديم الجبار

Orion nebula
nébuleuse d'Orion *(sf)*
Orionnebel *(sm)*

سديم مجرى لامع ، أى تجمع كثيف من مادة ما بين النجوم المضيئه ، ويرى بالعين المجرده كإضاءه خفيفه مشتته حول وسط نجوم السيف فى برج الجبار . والجزء الأكبر من إضاءه السديم عبارة عن إضاءة غاز ما بين النجوم ، بينما الجزء الأصغر ضوء إنعكاس على



سديم الجبار الكبير.

غبار ما بين النجوم . ويدل على ذلك ما يظهر فى الطيف بجانب خطوط الانبعاث التى تُميز الغازات السديمية من طيف مستمر خافت ، مثل ما ينشأ من الانعكاس على الجسيمات الترابيه . ويصعب تعيين بُعد سديم الجبار . ومن الممكن أن يكون على مسافة ٥٠٠ بارسك . ويقدر قطر السديم بحوالى من ٢ إلى ٥ بارسك ، كما تقدر كتلته الكليه بحوالى ٧٠٠ مره قدر كتلة الشمس وتبلغ الكثافة فى ألمع أجزاءه حوالى ١٠ ٠٠٠ ذره/سم٣ ، ودرجة الحراره حوالى ١٠ ٠٠٠ ° درجه . ينتمى سديم الجبار إلى تجمع كبير يشمل مادة ما بين النجوم المضيئه منها والداكنه وكذلك النجوم الساخنه ، المنتشره فى أجزاء كبيره من برج الجبار.

سديم حلزونى

spiral nebula
nébuleuse spirale *(sf)*
Spiralnebel *(am)*

مجموعة نجوميه تنتظم حول نواتها إثنتان أو ثلاثة أذرع حلزونية .

السديم الحَلَقى

ring nebula
nébuleuse annulaire *(sf)*
Ringnebel *(sm)*

هو سديم كوكبى بين النجمين β و γ فى كوكبة السلياق . ويظهر السديم كحلقه لامعه بيضاوية بعض الشى قطرها الخارجى ١َ × ١,٤َ . وقد أمكن فوتوغرافيا التحقق من تمدد هذا السديم .

سديم الدمبلز

dumbbel nebula
dumbble nebula
Dumbelnebel *(sm)*

سديم كوكبى M27 فى كوكبة الثعلب .

سديم السرطان

crab nebula
nébuleuse du Crabe *(sf)*
Krebsnebel *(sm)*

← سديم أبو جلمبو .

سديم كوكبى

Planetary nebula
nébuleuse planétaire *(sf)*
planetarischer Nebel *(sm)*

(أنظر اللوحتان ١٠ ، ١١) . سديم غازى مضئ ، منتظم الشكل فى الغالب ، على خلاف السديم الغازى المتشتت . وقد سمى السديم الكوكبى بهذا الاسم لأنه يظهر فى المنظار مثل قرص كوكبى . ومن السدم الكوكبيه المعروفه ← السديم الحلقى فى كوكبه السلياق وسديم السرطان فى برج الثور . توجد غالبيه السدم الكوكبيه فى العروض المجريه الصغيره ، وفى الإتجاه إلى مركز مجموعة سكة التبانه . يبلغ قطر السدم الكوكبيه الكبرى ١٥َ بينما تبدو الأجسام الصغيره مثل النقط تقريبا . وتقدر الأقطار الحقيقيه فى المتوسط بحوالى من ٢٠ إلى ٤٠ وحده فلكيه ، إلا أنه توجد بعض السدم الكبيره نسبيا . ونظرا لأن المسافات غير مؤكده فإن معلوماتنا عن الأقطار الحقيقة غير دقيقيه . يتكون السديم الكوكبى من طبقات غازيه متمدده ، كتلتها فى الغالب أقل من كتلة الشمس . وتقدر سرعة التمدد من ظاهره دوبلر بحوالى من ١٠ إلى ٥٠ كم/ث . وقد قيست أيضا قيما أكبر من ذلك بكثير . فمثلا وجدت سرعة التمدد حوالى ١٠٠٠ كم/ث فى حالة سديم السرطان ، الذى يحتمل أن لا يكون سديما كوكبيا . تتراوح كثافة الغاز فى طبقات السديم بين ١٠٠٠٠ إلى ١٠٠ جسيم لكل سم٣ . ويتساوى التركيب الكيماوى تقريبا مع . ← شيوع العناصر الكونى المتوسط .واللمعان المطلق للسديم الكوكبى يقدر فى المتوسط بالقدر ـ ١ . يظهر فى طيف السدم الكوكبيه كما فى السدم المتناثره خطوط إنبعاث شديده . والخطوط السديميه ، أى «الخطوط الممنوعه »، من الأكسجين المتأين مره واحده(O^+) والأكسجين المتأين مرتينO^{++} والنيتروجين المتأين مرة واحده(N^+)هى أشدها ، ثم يأتى بعد ذلك خطوط الهيدروجين(H) والهليوم(He) .وتُثار الغازات حتى درجة الإضاءه بفعل النجم المركزى (← غاز ما بين

النجوم) . وللصور المونوكروماتيه ، أى المأخوذه فى طيف خطوط طيفيه بذاتها ، أقطار متفاوته . من ذلك يتضح أن العمليات التى تسبب إثاره الأيونات المختلفه حتى درجة الإضاءه تتم على مسافات غير متساويه من النجم المركزى . وتبعا لنظريه إضاءه السدم يمكن من شدة خطوط إنبعاث الهيدروجين حساب الكمات المؤنيه المنبعثه من النجم ؛ فمقابل كل واحد من هذه الكمات ينطلق من غاز الهيدروجين فى السديم خلال الإتحاد اللاحق ما يسمى بكم بالمر . إما إذا عرفنا الإشعاع فوق البنفسجى للنجم فإنه يمكن حساب درجه حرارته . بهذا وجدت درجات حراره مركزيه قدرها ٠٠٠ ١٠٠ درجة أو زيادة . فى مثل هذه الدرجات العاليه من الحراره فإن قمة الطاقة المنبعثه تقع فى النطاق فوق البنفسجى ، أى فى الموجات القصيره ، والنطاق الغير بصرى من الطيف . أى أن السديم يحوِّل ضوء النجم قصير الموجه هنا إلى ضوء مرئى . ومن هنا فإن النجم المركزى يُرى أخفت فى النطاق الفوتوغرافى ببضع أقدار عن السديم . وفى شكل هرتز سبرنج ـ رسل توجد النجوم المركزيه بالتقريب على تتابع يمتد من نجوم ـ O على التتابع الرئيسى إلى اللامعات من الأقزام البيضاء . ومن الممكن أن تنشأ السدم الكوكبيه بدرجة شائعه جدا نسبيا أثناء تطور النجوم ، وبالذات عندما ينفذ مخزون الهيدروجين من المنطقه المركزيه للنجم . فى هذه الحاله تنكمش المناطق الداخليه بينما الخارجيه لاتزال تتمدد ؛ أى ينتقل النجم إلى مرحلة العمالقه . وإذا ما كانت الطاقه المتمرره أثناء الإنكماش قليله ، بسبب صغر الكتله ، فإن درجة الحراره تبقى تحت الحد الضرورى لإشعال تفاعل الهليوم (ـــــ إنتاج طاقة النجوم) . ثم يؤدى الإنكماش الدائم إلى حالة عاليه من الكثافه تميز الأقزام البيضاء . أما الطبقات المتمدده فتظهر كسديم حول النجم . إن هذا يمكن أن يعلل السرعات المنخفضه نسبيا ، التى تقل قليلا عما يقاس أثناء إنفجار نوفا أو سوبر نوفا . (من المؤكد أن سديم السرطان قد نشأ من السوبر نوفا عام ١٠٥٤ ، لذلك فإنه كما ذكرنا ليس سديما كوكبيا حقيقيا .) .

أُكتشف حتى الآن أكثر من ١٠٠٠ سديم كوكبى . وتنتمى هذه فى الغالب إلى جمهرة القرص . ويتضح من وجود سدم كوكبيه فى الحشد الكروى M إنتماء بعض هذه السدم إلى الجمهره الثانيه . وقد وجدت أيضا سدما كوكبيه فى المجموعات النجوميه الخارجيه .

السديم المشتت أو المتناثر

difuse nebula
nébuleuse diffuse *(sf)*
diffuser Nebel *(sm)*

ـــــ سديم مجرى غير منتظم الشكل .

سديم مجالى

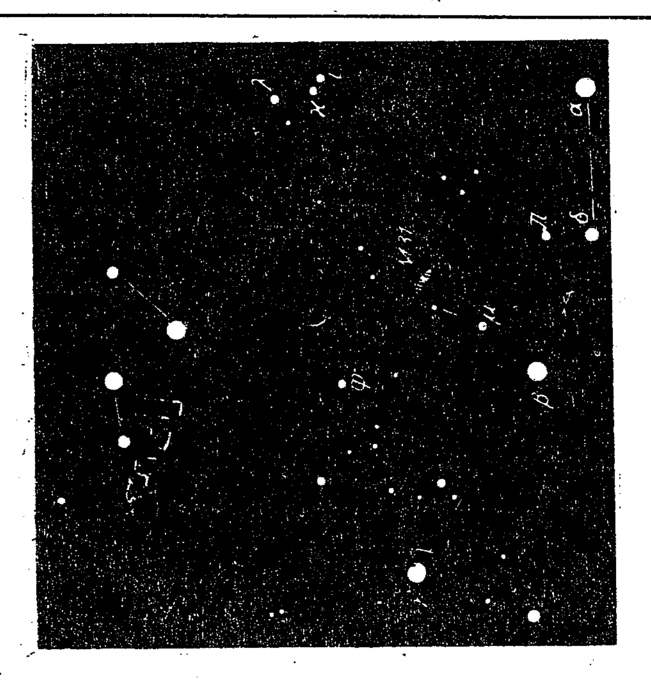
field nebula
nébuleuse de champ *(sf)*
Feldnebel *(sm)*

ـــــ مجموعة نجوميه لا تنتمى إلى أى حشد نجومى خارجى .

سديم المرأه المسلسله

Andromeda nebula
nébuleuse d'Andromède *(sf)*
Andromeda Nebel *(sm)*

هو سديم موجود فى كوكبه المرأه المسلسله يشاهد بالعين المجرده كبقعه سديميه صغيره مضيئه . والسديم هو أبعد جسم سماوى يمكن رؤيته بالعين المجرده . ويبدو السديم على الصور الفوتوغرافيه كشكل نموذجى لسديم حلزونى من النوع **Sb** حسب تقسيم « هبل » (ـــــ المجموعة النجوميه) . وللسديم جزء مركزى لامع يتهادى حوله عدة أذرع . وقد تمكن هبل من إكتشاف أجسام مفرده فى المناطق الخارجيه للسديم بينما تمكن « بادى » فى عام ١٩٤٤ من تمييز نجوم مفرده لأول مره فيه . ومن الأجسام التى تميزت فى السديم ، نجوم دلتا قيفاوى المتغيره والنجوم النابضه وعمالقه لامعه وفوق عمالقه وكذلك حوالى ٢٠٠ حشد كروى وعدد من الحشود المفتوحه والتجمعات



(١) كوكبة المرأة المسلسله وبها سديم المرأة المسلسله (M 31)، والنجوم اللامعه هى :

	α = الفيراتز	β = الميراق	γ = العناق
اللمعان (بالقدر)	٢ر١٢	٢ر٣	٢ر١٥
النوع الطيفى	B8p	M0	K3
نوع قوة الاشعاع	III	III	III
المسافة (بارسك)	٤٠	٢٤	٨٠

النجوميه وأيضا مناطق من مادة ما بين النجوم المعتمه والمضيئه . وتتكون الأذرع الحلزونيه من أجسام الجمهره الأولى المتطرفه أكثر من غيرها وكذلك مناطق الهيدروجين المتأين (HII) وما يتبعها من نجوم متقدمة فى نوعها الطيفى وكذلك العمالقه اللامعه والتجمعات النجوميه منتظمة كاللآلئ فى عقود بجانب بعضها . والأذرع الحلزونيه عائمة فى مادة ما بين النجوم الداكنه التى تنتظم فى طبقة سمكها ١٠٠ بارسك حول المستوى الأساسى للمجموعه . وفى المناطق الخارجيه فقط لا يمكن تمييز آية سحابات ترابيه . وتكثر ممثلات الهاله . والحشود النجوميه الكرويه والمتغيرات من نجوم W العذراء فى إتجاه النواه . وهى ليست مرتبطه بالأذرع الحلزونيه . كما توجد أيضا على مسافات بعيده من المستوى الرئيسى . وللنجوم المتجدده (النوفا) التى تنتمى إلى جمهرة القرص وضع وسط بالنسبه لتركيزها فى إتجاه المستوى الرئيسى . ومن تلك الجمهرة أمكن حتى الآن تمييز عمالقة حمر إلى جانب نجوم النوفا بواسطة المنظار الكبير ٥ متر .

تحتوى منطقة السديم المركزيه نواة صغيره تشبه النجم قطرها الزاوى حوالى ٥ر٢ً تظهر فقط على الصور الدقيقه جدا المعرضه لوقت قصير . ويبلغ القطر الحقيق حوالى ٨ بارسك . وتشبه هذه النواه إلى حد كبير حشد كروى غير محدود النجوم لمعانه المطلق ـ ١١ر٠ق . تقدر الكتله الكليه للنواه بأكثر من ١٠^٧ مثل كتلة الشمس . ولذلك تبلغ الكثافة المتوسطه ١٥٠٠ شمس فى البارسك المكعب .

يتضح من قياسات ظاهرة دوبلر أن السديم يدور وتبلغ السرعة عند حافة النواه ٨٧كم / ث . وفى إتجاه الخارج توجد منطقة أخرى ذات سرعة دوران أبطأ . وعلى مسافة ٦ر٠ كيلو بارسك نصل إلى سرعة عظمى جديده ، حوالى ١٠٠ كم / ث ، ثم تأتى بعد ذلك

منطقه تدور بسرعه أبطأ حول مركز السديم . وقد وجد أن أكبر سرعة دوران هى على بعد حوالى ١٣ كيلو بارسك من مركز السديم . وهذه السرعه تبلغ حوالى ٣٠٠ كم/ث . وبالإبتعاد إلى ناحية الحافه تأخذ سرعة الدوران فى الإبطاء (الشكل ؛ ← مجموعه نجوميه) . وحتى الآن لم يتم أى تعليل نظرى لقاعدة الدوران هذه . وعلى مسافة ١٠ كيلو بارسك من المركز أى على بعد يماثل بعد الشمس عن مركز مجرتنا يبلغ زمن الدوران ٢٥٠ سنه ، أى تماما قيمة زمن دوران الشمس حول مركز مجرتنا .

على حسب أرصاد الدوران يمكن تقدير كتلة السديم بحوالى ٣١٠ مليون مره مثل الشمس وهذه القيمه غير مؤكده لكنها تتفق إلى حد كبير مع ما تم تقديره من كتلة لمجرتنا . ويستنتج من الأرصاد الراديوية أن ١٪ فقط من مادة السديم فى صورة غير نجوميه . وربما كان ذلك راجعا إلى أن معظم الماده غير النجميه التى كانت موجوده أصلا قد تم إستهلاكها فى بناء النجوم الحديثه . لهذا فإن عدد النجوم التى تبنى فى أيامنا هذه يجب أن يكون قليلا عما كان قبل ذلك .

السرعه الخطيه للسديم هى حوالى – ٣٠٠

(٢) سديم المرأة المسلسله (M 31) وإلى أعلى اليمين التابع NGC 205 .

كم / ث ، أى أنه يقترب من سكة التبانه بهذه السرعه .

بمقارنه النتائج المختلفة للسديم بمثيلاتها لسكة التبانه مثل الكتلة ونصف القطر والقوة الإشعاعية وزمن الدوران ... إلخ ، فإننا نرى أنه من الممكن أن تكون المجموعتان متشابهتين . كذلك يمكن أن يتشابه نوع سكة التبانه مع نوع سديم المرأه المسلسله ، لدرجة أن مشاهدا خارج مجرتنا يشاهد نفس الصورة لسكة التبانه كما نشاهد نحن سديم المرأه المسلسلة .

لسديم المرأه المسلسله تابعين هما **NGC 205, M32** . والأول منهما عباره عن سديم إهليجى عادى بينما الآخر على خلاف ذلك ، سديم إهليجى شاذ . وكل من سديم المرأه المسلسله وتابعيه ينتمى إلى المجموعه المحليه .

أبعاد المرأه المسلسله

البعد عن الطريق اللبنى	٦٩٠ كيلو بارسك
القطر (فى مستوى التماثل)	٥٠ كيلو بارسك أو ٢٤٠
قطر المنطقه المركزيه	حوالى ٥ كيلو بارسك.
قطر الشكل النجمى الداخلى (النواه)	حوالى ٨ بارسك
الكتله (بكتلة الشمس)	3×10^{11}
اللمعان الظاهرى الكلى	٤ر٣٣ق
اللمعان المطلق الكلى	ـ ١ر٢١ق

سديم مزدوج

double galaxy
galaxie double *(sf)*
Doppelnebel *(sm)*

مجموعتين نجوميتين المسافة بينهما بسيطة .

السرطان

cancer, crab
cancer *(sm)*, **Ecrevisse** *(sf)*
Krebs *(sm)*

برج فى الدائره البروجيه يقع فى نصف الكره السماويه الشمالى ويشاهد فى ليالى الشتاء ، وتمر الشمس فى مدارها الظاهرى بهذا البرج فى نهاية يوليو وبداية أغسطس . يوجد فى برج السرطان الحشد النجمى المفتوح باراسيبا (المعلف) الذى يرى بالعين المجرده . وعلى بعد ٨° من ذلك يوجد الحشد **M67** .

السرعه

velocity
vitesse *(sf)*
Geschwindigkeit *(sf)*

المسافة المقطوعة بواسطة حركة جسم منتظم فى وحدة الزمن . بناظر ذلك فى حالة الحركة الدورانيه ← السرعه الزاويه .

سرعة الإفلات

escape velocity
vitesse de libération *(sf)*
Entweichgeschwindigkeit *(sf)*

هى السرعة التى يجب أن يكون عليها جسم كى يفلت من قبضة جاذبية جسم آخر . وتعتمد سرعة الإفلات على كل من كتلة وبعد الجسم الثانى . وعلى

الجرم السماوى	سرعة الإفلات على السطح (كم / ث)	الجرم السماوى	سرعة الإفلات على السطح (كم / ث)
الشمس	٧ر٦١٧	المشترى	٥ر٥٧
عطارد	٣ر٤	زحل	١ر٣٣
الزهرة	٣ر١٠	يورانوس	٦ر٢١
الأرض	٢ر١١	نبتون	٤ر٢٣
القمر	٤ر٢	بلوتو	٧
المريخ	٠ر٥		

وجه التحديد فإن سرعة الإفلات v_p تعطى بالمعادله: $v_p=\sqrt{\frac{2\,Gm}{r}}$ ، حيث G هى ثابتة الجاذبيه ، m كتلة الجسم الكبير ، r البعد بين الجسم الصغير ومركز الآخر . وتلعب سرعة الإفلات دوراً على سبيل المثال فى هروب الذرات والجزيئات من أجواء الكواكب وكذلك فى إطلاق الأقمار الصناعيه . وفى هذه الحالة يطلق على سرعة الإفلات المرحلة الثانيه للسرعة الكونيه أو السرعه المكافئه .

السرعة الخطيه

radial velocity
vitesse radiale *(sf)*
Radialgeschwindigkeit *(sf)*

هى السرعه فى الخط الواصل بين المشاهد والجرم السماوى . أى المركبه القطريه لسرعة جرم سماوى بالنسبه للمشاهد . وتتكون السرعه الخطيه من جزء ناتج من حركة النجم الحقيقيه فى الفضاء وجزء آخر تسببه حركة المشاهد ، على سبيل المثال خلال دوران الأرض أى حركتها حول الشمس وكذلك حركة الشمس بكل ما يتبعها من كواكب فى الفضاء وللحصول على القيمه الحقيقيه للسرعه الخطيه لابد من تخليص السرعه المقاسه من حركة المشاهد .

وتستخدم ظاهرة دوبلر ، أى إزاحة الخطوط الطيفيه لجسم متحرك بالنسبه لوضع ثابت فى المعمل ، فى تعين السرعه الخطيه . ونحصل على قيمة السرعه الخطيه v تبعا للعلاقه $v=c\,\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ ، حيث c تدل على سرعة الضوء ، $\Delta\lambda$ الإختلاف فى طول الموجه ، λ طول الموجه مقاسا فى المعمل . وتحتسب السرعه الخطيه موجبه إذا كان النجم مبتعداً عن المشاهد وسالبه إذا إقترب منا . وتعطى السرعة الخطيه والحركة الذاتية معا (بالمقياس الطولى على سبيل المثال كم / ث) السرعة الحقيقيه للنجم فى الفضاء .

فى حين يكفى لتعيين ← الحركة الذاتيه ، أى المركبه الأخرى لحركة جرم سماوى فى الفضاء ، على الأقل رصدتين متباعدتين فى الزمن ، فإن تعيين السرعة الخطيه يتطلب فقط رصده واحده . لذلك فإن تعيين السرعه الخطيه أقل فى أخطؤه عن الحركات الذاتيه . إلا أن هناك صعوبة الحصول على الطيف اللازم لتعيين السرعات الخطيه إلا من النجوم اللامعه نسبياً . وعلى ذلك فليس من العجيب أن يقف ١٥٠٠٠ سرعة خطيه معروفه فى مقابل ٣٠٠ ٠٠٠ حركة ذاتيه معروفه . وتعتمد دقة إستنتاج السرعات الخطيه على جودة الطيف ودرجة تحديد إنتمائه لعناصره (← المطياف) . ويمكن الهبوط بدرجة الدقة هذه إلى ± ٠٫٠٧ كم / ث ، إلا أن الخطأ يصل عموماً إلى بضع كيلو مترات فى الثانيه .

يدل شيوع توزيع السرعات الخطيه بالنسبه للشمس على أن سرعات ٦٠٪ من النجوم التى قيست تبلغ ± ٢٠ كم / ث وفقط ٤٪ لها سرعات خطيه أكبر من ٦٠ كم / ث . والنجوم التى تزيد سرعاتها الخطيه عن ٦٥ كم / ث تسمى بالعاديات . وأكبر سرعة خطيه قيست حتى الآن هى للنجم BD-29° 2277 Vx (+ ٥٤٣ كم / ث) وللنجم ٧ × الجاثى (ـ ٤٠٥ كم / ث) .

السرعه الزاويه

angular velocity
vitesse angulaire *(sf)*
Winkelgeschwindigkeit *(sf)*

هى الزاويه المقطوعه فى وحدة الزمن أثناء الحركه الدورانيه (الدوران) . ووحدة قياس السرعه الزاويه هى الراديانت / ثانيه ، ١راد / ث = ٥٧٫٣° .

سرعة الضوء

velocity of light
vitesse de la lumière *(sf)*
Lichtgeschwindigkeit *(sf)*

تقدر سرعة الضوء فى الفراغ بنحو ٢٫٩٩٧٩ × ١٠^١٠ سم / ث . أى ٣٠٠ ٠٠٠ كم / ث . وعلى ذلك فالضوء يحتاج أكثر قليلا من ثانيه واحده كى يصل من القمر إلى الأرض بينما يتطلب وصوله من الشمس إلى الأرض حوالى

٥٠٠ ثانيه ، أى أكثر بقليل عن ٨ دقائق . إن أبعاد النجوم الثوابت كبيرا جدا ، بحيث أن الضوء يحتاج على أقل تقدير بضع سنين حتى يصل إلى الأرض ، على الرغم من سرعته الهائله . ويبلغ ذلك فى حالة المجموعات النجوميه بضع ملايين السنين .

تبعا لنظريه النسبيه فإن سرعة الضوء هى أكبر سرعة لنقل الطاقه وبالتالى نقل الإشارات . والكتل المتحركه يمكنها فقط الإقتراب من سرعة الضوء ، وإلا فإن كتلتها تزيد عن كل الحدود تبعا لنظرية النسبيه . وفى أثناء مرور الضوء خلال الماده فإن سرعة الضوء تكون أصغر عموما عما هى عليه فى الفراغ . وسرعة الضوء ـ تبعا لنظرية النسبيه ـ ثابته فى الفضاء دائما ، يستوى فى ذلك ما إذاكان المشاهد يقترب من أو يبتعد عن مصدر الضوء . وكل ما يتغير فى هذه الحاله هى ذبذبة الضوء .

تمكن الفلكى الدانمركى « رومر » عام ١٦٧٦ من تعيين سرعة الضوء لأول مره بواسطة طريقه فلكيه هامه : إن خسوف القمر الأول من أقمار المشترى ، أى دخوله فى مخروط ظل الكوكب يحدث تباعا كل ١٫٧٧ يوما ، وهى فتره دوران هذا القمر . إلا أن الفترات الزمنيه المرصوده من الأرض تكون أطول بقليل عندما تبتعد الأرض فى مدارها عن المشترى بينما تلك الفترات تكون أقصر بقليل عند إقتراب الأرض من المشترى . وتتطلب الزياده فى المسافه أن تقطع الإشاره التاليه طريقا أطول إلى المشاهد عن ذى قبل . ويمكن أن يتراكم هذا التأخير فى خلال نصف عام ليصبح ١٠٠٠ ثانيه ، وهو ما يتطلبه الضوء ليقطع قطر مدار الأرض ، وهى المسافه التى زادت على البعد بين المشترى والأرض فى نصف عام . فإذا كان قطر مدار الأرض معروفا ، أمكننا حساب سرعة الضوء . كذلك تمكن الفلكى الإنجليزى « برادلى » فى عام ١٧٢٨ من إستنتاج سرعة الضوء بمعونة زيغ ضوء النجوم . وتجرى القياسات الحديثه لسرعه الضوء ، التى تمثل قيمة أساسيه فى الفيزياء ، بدقة كبيره فى المعامل .

السرعة فى الفضاء

space velocity
vitesse spatial *(sf)*
Raumgeschwindigkeit *(sf)*

هى السرعة التى يتحرك بها جسم فى الفضاء ؛ ويمكن إستخراجها من أرصاد ←السرعه الخطيه و ←الحركة الذاتية .

السرعة فى قطع مكافئ

parabolic velocity
vitesse parabolique *(sf)*
parabolische Geschwindigkeit *(sf)*

هى المرحلة الثانية من← السرعة الكونيه .

السرعة الكونية

cosmic velocity
vitesse cosmique *(sf)*
Kosmische Geschwindigkeit *(sf)*

← مرحلة السرعة الكونيه .

السرعه فى مدار دائرى

circular velocity
vitesse circulaire *(sf)*
Kreisbahngeschwindigkeit *(sf)*

← السرعه الكونيه الأولى .

سرة الفرس

Sirrah *(A)*

←رأس المسلسله

السفينه

Argo, Argo Navis *(L)*
ship Argo
Navier Argo
Schiff *(sn)*, **Schiff Argo** *(sn)*

إحدى كوكبات نصف الكره الجنوبى ، التى لم تعد تُرسم على خرائط النجوم . وغالبا ما كانت تنتمى إليها كل من كوكبات : الشراع ، والكوثل ، والجؤجؤ .

سكة التبانه

milky way
voie lacteé *(sf)*
Milchstrasse *(sf)*

(١) حزام خافت الضوء غير منتظم ومحدد يحيط بالسماء فى دائره عظمى تقريبا . تحدث هذه الظاهره الضوئيه بفعل عديد النجوم والسحب النجوميه وكذلك تجمعات مادة ما بين النجوم . ويحول لمعان هذه الأجسام الخافت دون رؤيتها منفصلةً ، لكن ضوئها متجمع تدركه العين . يمتد الطريق اللبنى أو سكة التبانه من عند كوكبه العُقاب فى النصف الشمالى من السماء (نقطة التقاطع مع خط الاستواء السماوى) مارا بكوكبه الدجاجه وقيفاوس ثم ذات لكرسى ففرساوس حتى ذو الأعنه وبعد ذلك يمتد فى كوكبة وحيد القرن وخلال كوكبه الكوثل ثم كوكبه الشراع فسطرة النقاش ثم العقرب حتى كوكبة القوس والرامى . ومن الملفت للنظر عدم الإنتظام فى تركيب سكة التبانه ، الشئ الذى يتضح على الصور المأخوذه بزمن تعريض طويل . وتوجد أيضا تجمعات كبيره من النجوم مثل سحابة الدرع (فى كوكبة الدرع) مباشرة بجانب مناطق خاليه من النجوم . وفى الغالب فإن المناطق الخاليه من النجوم تبدوا كذلك نظرا لإمتصاص مادة ما بين النجوم لضوء النجوم الموجوده وذلك بدرجة كبيرة يصعب معها رؤية هذه النجوم كذلك وإنقسام سكة التبانه إلى طريقين منفصلين خلال كوكبات الدجاجه والعقاب والحويه والقوس ، إنما يرجع إلى الإخفاء الحادث بفعل مادة ما بين النجوم (قارن بالخريطة المرفقه للنجوم مع الكتاب) .

إن جميع أجسام سكة التبانه تتبع مجموعة سكة التبانه أو مجموعة الطريق اللبنى . وهذه المجموعه عباره عن شكل عدسى يصل عدد النجوم فيه إلى حوالى ١٠٠ بليون نجم . وتتواجد الشمس وكل مجموعتها الكوكبيه فى داخل مجموعة سكة التبانه وبالقرب من مستوى التماثل مباشرة . يتضح من النظرة خلال مستوى التماثل أننا نرى نجوما أكثر عما نراه فى المستوى العمودى على ذلك . ولما كانت كل هذه النجوم تُرى من الأرض مسقطه على الكره السماويه فإن النجوم تحتشد بالقرب من خط تقاطع مستوى تماثل الطريق اللبنى مع القبه السماويه مؤديه بذلك إلى ظاهره سكة التبانه .

(٢) رمز مختصر لمجموعة أو مجرة الطريق اللبنى ، ←مجرة سكة التبانه .

سلاسل الجبال

mountain chain
chaîne de montagne *(sf)*
Kettengebirge *(sn)*

هى أشكال سطحية فوق←القمر .

سلاسل الظهر القمريه

ridges
crêtes *(pf)*
Rüken *(pm)*

من تضاريس سطح ←القمر .

سلسلة تيتوس ـ بودا

law of plantary distances
loi des distances des planètes *(sf)*
Bode - Titus - Reihe *(sf)*

هى علاقة تبين المسافه المتوسطه للكواكب من الشمس . وضع سلسلة تيتوس ـ بودا فى عام ١٧٦٦ كل من الرياضى الفيزيائى تيتوس (١٧٢٩ ـ ١٧٩٦) وبودا (١٧٤٧ ـ ١٨٢٦) مدير مرصد برلين . وتبعا لهذه السلسله فإن المسافه α (بالوحده الفلكيه) من الشمس تعطيها العلاقة : $a = 0{,}4 + 0{,}3 \times 2^n$ وبالنسبه لعطارد $n = -\infty$ ، وللزهره $n =$ صفر ، والأرض $1 = n$ والمريخ $n = c$ وهكذا . وقد غطى إكتشاف الكويكبات الفجوه عند $n = ٣$ وإنطباق القيم المحسوبه ردئ جدا مع الحقيقه فى حالة كل من نبتون وبلوتو (الجدول) . وتعطى القوانين الحديثة للمسافات إنطباقا أحسن مع الحقيقه كما أنها تشمل أيضا على كتل الكواكب . ويمثل تعليل سلسلة

تيتوس ـ بودا إحدى واجبات كسموجونى المجموعة الشمسيه .

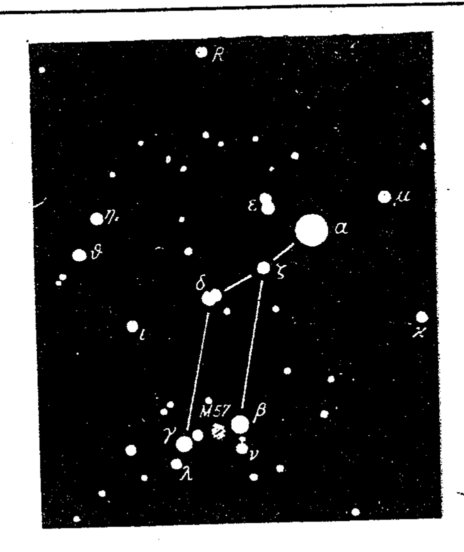
سلسلة تيتوس ـ بودا

الكوكب	n	a المحسوبة	a المقاسة
عطارد	r	٠ر٤	٠ر٣٩
الزهرة	صفر	٠ر٧	٠ر٧٢
الأرض	١	١ر٠	١ر٠٠
المريخ	٢	١ر٦	١ر٥٢
الكويكبات	٣	٢ر٨	٢ر٩
المشترى	٤	٥ر٢	٥ر٢٠
زحل	٥	١٠ر٠	٩ر٥٤
يورانوس	٦	١٩ر٦	١٩ر١٨
نبتون	٧	٣٨ر٨	٣٠ر٠٦
بلوتو	٨	٧٧ر٢	٣٩ر٧

السلياق

Lyra, Lyr *(L)*
Lyre
lyre *(sf)*
Leir *(sm)*

إحدى كوكبات نصف السماء الشمالى وترى فى ليالى الصيف . ويمكن الإستدلال على السلياق بسهولة ، لأن نجمة الرئيسى α ـ السلياق أو ← النسر الواقع ، يُعد ألمع نجم فى نصف الكره الشمالى ؛ وينتمى النسر الواقع إلى مثلث الصيف يوجد فى هذه الكوكبه عديد من المزدوجات والمتغيرات النجوميه ، مثل RR السلياق وبيتا السلياق ، وهما نموذجان لنوعين من المتغيرات . كما أن النجم β هو نجم مزدوج مثله مثل النجم ζ ، ويمكن رصد كلاهما بنظارة ميدان ، ومرافقيهما الخافتين يوجدان على بعد حوالى ٤٥″ من النجم الرئيسى . ويمكن للراصدين ذوى النظر الحاد أن يميزوا النجم ε كنجم مزدوج بالعين المجرده ، فكوناه يوجدان على بعد ٢٠٧″ من بعضهما ، وكل منهما يكون فى حد ذاته مجموعة مزدوج نجومى متقارب . وبين النجم β والنجم γ السلياق يوجد سديم كوكبى معروف هو ← السديم الحلقى (M57) .



كوكبة السلياق .

النجم هو النسر الواقع الذى يعد بلمعانه البالغ ٠ر٣ قدرا ألمع نجوم نصف الكره السماويه الشمالى ، ونرعه الطيفى AO ونوع قوته الاشعاعيه V ويبعد عنا مسافة ٨ بارسك .

السلياقيات

lyrids
lyrids *(pf)*
Lyriden *(pf)*

← تيار شهب .

السليوستات

Coelostat *(sm)*

جهاز ← لأرصاد الشمس .

السماء

sky
ciél *(sm)*
Himmel *(sm)*

هو الإنطباع البصرى الذى يراه مشاهد على شكل قبه يبدو بعدها أصغر ما يكون فى إتجاه سمت الرأس وأبعد ما يكون فى إتجاه الأفق . ولهذا فإن القبه السماويه لا تظهر كنصف كره وإنما فى الغالب كنصف مجسم لقطع ناقص ، نصف قطره الأصغر فى إتجاه سمت الرأس . وخلاف القبه السماويه فإن الكره السماويه عباره عن شكل خيالى مساعد بالنسبه للفلك .

ولمعان السماء أثناء النهار ينتج من تشتت أشعة الشمس فى جو للأرض . وينشأ لون السماء الأزرق أثناء النهار من إعتماد التشتت بواسطة الجزئيات على طول الموجه ؛ فالضوء قصير الموجه يتشتت بصورة أشد من الضوء طويل الموجه . وبذلك فإن الأشعة المتشتته تحتوى موجات قصيره أكثر من أشعة الشمس الأصليه . ولهذا السبب تظهر السماء زرقاء . وتشتت أشعة الشمس فى الطبقات الكثيفة من جو الأرض يعتمد على طول الموجه بدرجة أقل . ولهذا السبب فإن ضوء السماء يبدو أقل زرقه مع زيادة الضباب والتراب فى الغلاف الجوى . ولمعان السماء العام فى الليل له أسباب كثيره (← ضوء السماء أثناء الليل) .

السماك الأعزل

Spica *(L)*

← السنبله .

السماك الرامح

Arctur *(L)*

أو حارس السماء هو ألمع نجم α فى كوكبة الحواء (البقار أو راعى الشتاء) والنجم بلمعانه الظاهرى من القدر ـ ٠٫٠٥ ينتمى إلى ألمع النجوم فى السماء . والسماك الرامح من النوع الطيفى KI ونوع قوة الاشعاع III ، أى من العمالقه الحمر . وبالمقارنه بالشمس نجد أن السماك الرامح يبلغ ٢٠٠ مره قدر قوة إشعاعها وقطره أكبر ٢٣ مرة من قطرها ودرجة حرارته الفعاله ٤١٠٠° ك ، أى أقل من الشمس ، ولذلك يبدو أصفر محمر . والسماك الرامح يبعد عنا بحوالى ١١ بارسك أو ٣٦ سنه ضوئيه .

السماك الطائر

Volans, Vol *(L)*
flying fish
poisson volant *(sm)*
fliegender Fisch *(sm)*

إحدى الكوكبات الصغيره فى نصف الكره الجنوبى . وهو لا يرى من خطوط عرض أغلب البلاد العربيه .

السماك المذهب

Dorado, Dor *(L)*
swerdfish
dorade *(sf)*
Schwertfisch *(sm)*

كوكبه فى نصف الكره السماويه الجنوبى لا ترى من خطوط عرضنا . وفى السماك الطائر يوجد كل من القطب الجنوبى للبروج وسحابة مجلان الكبرى .

السمت

zenith
zénith *(sm)*
Zenit *(sm)*, Scheitelpnkt *(sm)*

(١) سمت الرأس هو نقطة تقاطع العمود القائم على مستوى الأفق عند مكان الرصد مع الكره السماويه ، أى النقطه فى السماء التى توجد تماما فوق رأس المشاهد . وتسمى النقطه المقابله ← بالنظير .

(٢) الزاويه بين الاتجاه إلى الجنوب وإتجاه الجرم السماوى مقاسه بالدرجات إلى الغرب فالشمال فالشرق .

السمتى الإرتفاعى

altazimuth

← آلات القياس الزاويه .

السمك

fish
poisson *(sm)*
Fisch *(sm)*

(١) السمك الطائر : ← كوكبة السماك الطائر ، (٢) السمك الجنوبى ؛ كوكبة السماك الجنوبى أو ← الحوت الجنوبى ، (٣) الحوت ، كوكبة ← الحوت .

السمكتان

Pisces, Psc. *(L)*
fishes
poissons *(pm)*
Fische *(pm)*

← الحوت .

السمك المذهب

swerdfish
dorade *(sf)*
Schwertfisch *(sm)*

كوكبة ← السماك المذهب .

السمكة الجنوبية

Pisces Austrinus, PsA *(L)*
southern fisch
poisson Australe *(sm)*
südlicher Fisch *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكره الجنوبي التي ترى في ليالي الخريف وألمع نجم فيها هو α الحوت الجنوبي ← فم الحوت .

السنبله أو السماك الأعزل

Spica *(L)*

هو ألمع نجم (ألفا) في كوكبة العذراء ، ويبلغ لمعانه البصري الظاهري القدر ٠٫٩٧ وينتمي إلى النوع الطيفي B I ونوع قوة الإشعاع V ، كما أن قوته الإشعاعيه أكبر بعدة آلاف المرات من القوة الإشعاعيه للشمس ، وقطره بضع مرات مثل قطر الشمس ؛ ودرجة حرارته الفعاله حوالي ٢٠ ٠٠٠ درجه . وتبعد السنبله عنا بحوالي ٦٥ بارسك أو ٢١٠ سنه ضوئيه .

السند هند

Sidhanta *(A)*

جداول الكواكب التي وضعها الخوارزمي .

السنيبلات

spicules, jets
spicules *(pm)*
Spikulen *(pf)*

هي ألسنه على شكل لهب في كروموسفير ← الشمس .

السنه

year
année *(sf)*, **an** *(sm)*
Jahr *(sn)*

(١) هي الفترة التي تستغرقها دوران الأرض حول الشمس . وحسب إختيار النقطة التي ينسب إليها القياس فإننا نحصل على أطوال مختلفه للسنه .

فالسنه الأستوائيه منسوبة إلى نقطة الإعتدال الربيعي ؛ وهي عباره عن الفترة الزمنيه بين عبورين متتالين للشمس في مدارها الظاهري على الكره السماويه بنقطة الإعتدال الربيعي المتوسطه ، وطولها ٣٦٥ يوما و ٥ ساعات و ٤٨ دقيقه ، ٤٦ ثانيه (بالزمن الشمسي المتوسط) . وقد أختيرت بداية السنه الإستوائيه في لحظة وجود الشمس المتوسطه على مطلع مستقيم قدره ١٨ س ٤٠ ق = ٢٨٠° . ويقع هذا قريبا من بداية السنه المدنيه ، ولا يعتمد على مكان الرصد . ولما كانت نقطة الربيع تتزحزح على البروج نتيجة ← للسبق في عكس إتجاه حركة الشمس السنويه الظاهريه ، فإن السنه الإستوائيه أقصر من **السنه النجميه** ، أي الفتره الزمنيه بين عبورين متتالين للشمس بمكان ما على الكره السماويه أثناء حركتها الظاهريه وذلك بالنسبه لنجم ثابت ؛ ويبلغ طول السنه النجميه ٣٦٥ يوما ، ٦ ساعات ، ٩ دقائق ، ٩ ثانيه (بالزمن الشمسي المتوسط) .

والسنه الحضيه منسوبه للحضيض الشمسي ، أي أنها عباره عن الفترة الزمنيه بين عبورين متتالين للأرض خلال نقطة الحضيض الشمسي ، أقرب نقطه للأرض في مدارها حول الشمس . وتسمى هذه الفترة أيضا **بالسنه الإقترانيه** وطولها ٣٦٥ يوما و ٦ ساعات و ١٣ دقيقه و ٥٣ ثانيه (بالزمن الشمسي المتوسط) . وحيث أن الحضيض الشمسي يتحرك في إتجاه الحركة السنوية الظاهريه بتأثير الإضطرابات التي تحدثها الكواكب الأخرى على حركة الأرض حول الشمس ، فإن السنه الإقترانيه أطول من السنه النجميه .

(٢) في التقاويم هي فترة زمنيه تقترب من فتره دوران الأرض حول الشمس . وحتى عام ١٥٨٢ أستعملت **السنه اليوليانيه** وطولها ٣٦٥٫٢٥ يوما كسنه

متوسطه للحساب الزمنى المدنى ، ومنذ عام ١٥٨٢ تستعمل النسه الجريجوريانيه وطولها ٣٦٥٫٢٤٢٥ يوما . ولمزيد من التفصيل عن السنه الشمسيه والسنه القمريه والسنه الشمس قريه إنظر ← التقاويم .

(٣) هى رمز لفتره زمنيه فلكيه طويله نسبيا ، على سبيل المثال السنه البلاتونيه وطولها حوالى ٢٦٠٠ سنه إستوائية (← السبق) .

السنه البلاتونية

Platonic year
année Platonique *(sf)*
Platonisches Jahr *(sn)*

هى الفترة الزمنية التى تستغرقها دورة نقطة الربيع فى البروج وتساوى ٢٥٧٠٠ سنه ، ← السبق .

السنه الضوئية

light year
année lumière *(sf)*
Lichtjahr *(sn)*

هى وحده فلكية لقياس المسافات فى حالة النجوم وسنه ضوئية واحده هى عباره عن المسافه التى يقطعها الضوء فى الفضاء خلال سنه مداريه . ولما كان الضوء يقطع فى الثانيه الواحده مسافه قدرها ٩١ ٩٩٧ ٢ كم فإن السنه الضوئيه تساوى هذا العدد مضروبا فى ٣١٫٥٥٧ × ١٠^٦ ، وهى عدد الثوانى فى السنه المداريه : ١سنه ضوئيه = ٩٫٤٦٠٥ × ١٠^١٢ كم . ويستخدم الفلكيون البارسك بديلا عن السنه الضوئيه ؛ ١ سنه ضوئيه = ٠٫٣٠٦٨ بارسك .

السنه الشمسيه

solar year
année solaire *(sf)*
Sonnenjahr *(sn)*

هى فترة زمنيه تقويميه روعيت فيها فقط حركة الشمس فى السماء ، ← التقويم .

السنة الشمس قريه

luni - solar year
année luni - solaire *(sf)*
Luni - solar Jahr *(sn)*

هى فترة زمنيه تقويميه يراعى فيها كل من تغير أطوار القمر والدوران الظاهرى للشمس فى السماء . والطول المتوسط للسنه الشمس قريه مساو للسنه المداريه أما التقسيم الشهرى فيتبع دورة القمر (التقاويم) .

السنه القمرية

lunar year
année lunaire *(sf)*
Mondjahr *(sn)*

هى فترة زمنيه تقويميه يراعى فى تحديدها فقط أطوار القمر ؛ ← التقاويم وعن السنه القمريه المقيدة ، ← السنه الشمس قريه .

السنه الكبيسه

leap year
année bissextile *(sf)*
Schaltjahr *(sn)*

هى سنه تحتوى على يوم زيادة عن السنه العاديه ، يوم كبيس ، شهر كبيس ، ← التقاويم .

السنه النجميه

sidereal year
année sidériale *(sf)*
siderisches Jahr *(sn)*

فتره زمنيه تقويميه يراعى فيها فقط حركة النجوم فى السماء ← التقويم .

السها (السهى)

Suha *(A)*
Alcor *(L)*
alcor
alcor *(sf)*
Augenprüfer *(sm)*

هو نجم الكُور فى مجموعة ← الدب الأكبر .

السهم

Sagitta, Sge *(L)*
arrow
flèche *(sf)*
Pfeil *(sm)*

هو كوكبة صغيره فى نصف الكره الشمالى موجوده فى سكة التبانه وتشاهد فى ليالى الصيف . وهناك أيضا ← نجم السهم .

سُهيل

Canupus *(L)*

هو ألمع النجوم α في كوكبة القرنيه وهو في نفس الوقت بعد الشعرى اليمانيه ألمع نجم في السماء حيث يبلغ لمعانه الظاهرى البصرى ـ ٧٧ر٠ ق. والنوع الطيفى لسهيل FO، ونوع قوته الاشعاعيه Ib، أى فوق عملاق. ويبعد سهيل عنا بحوالى ١٧٠ بارسك أى ٥٥٠ سنه ضوئيه.

السواد ومنحنى السواد

blackening
noreissement *(sm)*
Schwärzung *(sf)*

← الفوتوغرافيا.

السوبر نوفا

Supernova
supernova *(sf)*
Supernova *(sf)*

نجم متغير تحدث له زياده في اللمعان تصل في بعض الأحيان إلى ٢٠ قدرا، الأمر الذى يؤدى إلى زيادة في شدة الإشعاع تبلغ ١٠٠ مليون مره! وعلى ذلك فإن السوبر نوفا لها تغيير في اللمعان يزيد بحوالى ١٠ أقدار عن التغيير في لمعان ← النوفا العاديه. والسوبر نوفا بلمعانها المطلق وقت الإنفجار بين - ١٤، ـ ٢١ قدرا تصل إلى لمعان يقارن بلمعان مجموعة نجوميه كامله (اللوحه ١٦). ويساوى ما يتم إشعاعه من طاقة في مثل هذا الإنفجار ما ينبعث من الشمس في فتره من ١٠ إلى ١٠٠ مليون سنه.

أمكن حتى الآن رصد ٣ سوبر نوفا فقط بطريقه مباشره في داخل مجموعة سكة التبانه، وجميعها إنفجرت قبل إختراع المنظار، وبالتالى فإنها لم تُدرس. وأحد هذه هى ما تم مشاهدتها في برج الثور من قِبَل الفلكيين الصينيين واليابانيين عام ١٠٥٤ م ويعتبر سديم أبو جلمبو من بقاياها. ثم النجم التيكونى، وهو عباره عن سوبر نوفا شاهدها «تيكو براهى» عام ١٥٧٢ في كوكبة ذات الكرسى والثالثة هى السوبر نوفا التى شاهدها «كبلر» عام ١٦٠٤ في كوكبة الحُويه. أما باقى السوبر نوفا الأخريات التى تم إكتشافها حتى عام ١٩٦٩ وعددها ٢٥٤ فإنها تتبع مجموعات نجوميه خارجيه، ومن هنا فإن لمعانها الظاهرى خافت لدرجة أنها تشاهد فقط في وقت أقصى لمعان لها ولفترة زمنيه قصيره. وحسب كل من المنحنى الضوئى والطيف فإننا نميز بين نوعين من السوبر نوفا. فبينما في النوع I الطيف المستمر خافتا في المنطقة فوق البنفسجية، نجده في النوع II شديدا. والنوع I ألمع من النوع الثانى عند أقصى لمعان لها؛ بالإضافة إلى ذلك فإننا نجد السوبر نوفا من النوع الأول غالبا في السدم الحلزونيه في حين يوجد النوع الثانى غالبا في داخل الأذرع الحلزونيه. وعلى ذلك فإن النوع الأول من السوبر نوفا ينتمى إلى الجمهرة الثانيه بينما النوع الثانى ينتمى إلى الجمهره الأولى. ويمكن أن يكون النوع الثانى أكثر عددا من النوع الأول: والمعلومات التى حصلنا عليها حتى الآن ضئيلة جدا لدرجة يصعب معها إجراء أى تقسيم. وحسب المظهر فإن طيف سوبر نوفا النوع الثانى مطابق لطيف النوفا العاديه، إلا أنه نتجت قيما لسرعات التمدد عاليه تم إستنتاجها على أساس إزاحة دوبلر، وهذه القيم تتراوح بين ٥٠٠٠ إلى ٦٠٠٠ كم / ث. وطيف النوع الأول معقد لدرجة أنه لم يمكن تعليله فيزيائيا حتى الآن.

يتشابه شكل المنحنى الضوئى للسوبر نوفا مع النوفا السريعه، إلا أن اللمعان الأقصى أعرض كثيرا والتأرجحات في الفرع الهابط أكثر ندره عنها في حالة النوفا التقليدية. وفى النوع الأول ينخفض اللمعان في منحنى أملس جدا يبدأ حادا ثم يبطئ بعد ذلك في هبوطه وفى سوبر نوفا النوع الثانى يجرى نقص اللمعان بعد النهاية القصوى مباشرة أقل حده عما في النوع الأول، ثم تتوالى بعد ذلك مراحل بطيئه وأخرى سريعه، وإن كانت توجد أيضا إختلافات كبيره بين

المنحنيات الضوئيه للسوبر نوفا المختلفة من النوع الثانى .

يقل شيوع السوبر نوفا كثيرا عن النوفا . وفى المتوسط يمكن أن يقابل كل ١٠٠٠٠ نوفا عاديه سوبر نوفا واحده فقط ، وإن كانت بعض المجموعات النجوميه تحيد كثيرا عن هذه القيمه المتوسطه . فمثلا فى كل إثنين من المجموعات الحلزونيه تم فى الخمسين عاما الماضيه إكتشاف أربعة سوبر نوفا . وبالنسبه لمجموعة سكة التبانه يفترض أنه كل ٢٠٠ سنه ينشأ سوبر نوفا من النوع الأول وكل ٤٠ سنه من النوع II . ويرجع مشاهده عدد قليل فقط من السوبر نوفا حتى الآن إلى أن جزء كبير من سوبر نوفا النوع الثانى تحتجب عن المشاهده بسبب صغر لمعانها المطلق من جهة ومن جهة أخرى لقربها من وتركيزها ناحية مستوى المجره .

ولما كان كل ما يشاهد فى وقتنا من سوبر نوفا ينشأ فى مجموعات نجوميه خارجيه ، فإن الحاله التى تسبق الإنفجار اللمعانى لاتزال غير معروفه وعلى العكس من ذلك يمكن دراسة الحالات النهائية للثلاثة سوبر نوفا التى شوهدت مباشرة فى سكة التبانه . وهذا هو الحال بالنسبه لسديم أبو جلمبو ، بقية سوبر نوفا عام ١٠٥٤ . وبالقرب من الأماكن التى يوجد بها الإثنين الأخرين تم إكتشاف غشاوه سديميه رقيقه وضعيفه ، هى فى نفس الوقت منابع راديويه شديده ذات أشكال دائريه مميزه ويتم الربط بين نشأة هذه الغشاوه وإنفجار السوبر نوفا . وقد أدى البحث عن سدم مماثله إلى إكتشاف أجسام أخرى تنطبق بعضها مع سوبر نوفا تاريخيه وبعضها الآخر يعتبر بقايا سوبر نوفا لم تكتشف ومن الممكن أن يكون أشد منبع راديوى فى نصف الكره الشمالى ، ذات الكرسى *A* ، كذلك بقايا إحدى السوبر نوفا .

وحتى الآن لا توجد نظرية أكيده حول ما يجرى فى أثناء إنفجار السوبر نوفا من أحداث . ويتم فى الغالب الربط بين نشأة السوبر نوفا من النوع II وبين التفاعلات النوويه فى داخل النجوم . تحدث هذه التفاعلات النوويه أولا فى مرحلة تطور متأخره لنجم ، وذلك عندما ينفذ كل الهيدروجين فى الجزء الداخلى من النجم (←إنتاج طاقة النجوم) ، وبعد أن ينشأ من الهليوم عناصر ثقيلة حتى الحديد (← نشأة العناصر) . فى هذا الوقت تبلغ درجة الحراره بالقرب من مركز النجم بضع بلايين الدرجات . فإذا ما حدثت بعد ذلك آية زيادة فى درجة الحراره فإنه من الممكن حدوث كثير من التفاعلات التى يتحطم فيها الحديد على وجه الخصوص . وفى هذه العمليات يتم إستهلاك طاقة (على العكس من عمليات البناء ، التى تتحرر أثناءها الطاقة) . والطاقه المطلوبة كبيرة جدا لدرجة أن الطاقة المخزونه فى الماده الساخنه بالقرب من مركز النجم لا تكفى لتغطية المطلوب . ويتم إكتساب الجزء الباقى من الطاقه عن طريق إنكماش المنطقه الداخليه من النجم التى تحدث فيها العمليات النوويه . ونظرا لكبر حجم الطاقه المطلوبه فإن هذه المناطق تنكمش بطريقه فُجائيه فى غضون بضع ساعات . يكون من نتيجة إنكماش المناطق الداخليه أن تنكمش أيضا المناطق الخارجيه للنجم بطريقه فجائيه (إذ أنها ليست محموله بعد على المناطق الداخليه) . وتتحول طاقه الجاذبيه المكتسبه إلى طاقه حراريه ، الشئ الذى يسبب إرتفاع شديد فى درجة حرارة الأجزاء الخارجيه . فبينما يكون كل الوقود قد أستهلك فى إنتاج الطاقه بداخل النجم فإنه يوجد فى الأجزاء الخارجيه الكثير . وبفعل الإرتفاع فى درجة الحراره يمكن أن تبدأ فى هذه الأجزاء الخارجيه تفاعلات نوويه تحرر كميات كبيره من الطاقه . ويؤدى ما ينتج على هذا النحو من زيادة مفاجئه فى درجة الحراره إلى زيادة مفاجئه أيضا فى الضغط ، تتمدد كنتيجه له المناطق الخارجيه على شكل إنفجار يتسبب فى إنفجار السوبر نوفا . فى أثناء هذا التمدد يقذف النجم بجزء كبير من كتلته إلى مادة ما بين النجوم . وبذلك تصل أيضا

عناصر ثقيلة تم بناؤها فى داخل النجم إلى مادة ما بين النجوم . فتعمل على زيادة محتواها من هذه العناصر . وهذه العملية تلعب دورا كبيرا فى تعليل ← شيوع العناصر فى مادة ما بين النجوم . وتعتبر إنفجارات السوبر نوفا من أسباب نشأة جزء كبير من ← الأشعة الكونية . وهى أيضا ذات أهمية بالنسبة لميزانية الطاقة فى ← مادة ما بين النجوم .

السيدروستات

siderostat
siderostat *(sm)*
Siderostat *(sm)*

آلة تستعمل فى ← أرصاد الشمس .

سيرا أو سرة الفرس

Sirrah *(A)*

هو النجم ← ألفيراتس (← المرأة المسلسله)

سيرس

Ceres *(L)*

← كويكب .

سيار صغير

astroid
astéroide *(sm)*
Astroid *(sm)*

← كويكب .

سيلاينو

Celaeno *(L)*

أحد نجوم ← الثريا .

سيليقوس

Seleucus *(A)*

بابليونى عاش حول عام ١٥٠ ق . م فى سيليقيا ودرس المد والجزر فى بحر الإريثاتين وأوضح أنه بسبب القمر . وقال مثل أرستارخ ، الإغريقى ، بدوران الإرض حول محورها وحول الشمس وذلك قبل رسوخ هذه النظرية بمئات السنين . وقد أطلق إسمه على إحدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر .

سيلينوغرافيا

selenography
sélénographie *(sf)*
Selenographie *(sf)*

هو تصوير ووصف سطح القمر ؛ ← القمر .

سيليوستات

Coelostat *(sm)*

آلة تستعمل فى ← أرصاد الشمس . .

سمايس

Semeis

← مرصد .

ش

شاندلر

Chandlre

← دورة شاندلر .

شاهق

giant
géante *(sf)*
Gigant *(sm)*, **Riese** *(sm)*

← عملاق .

شاين

Shain

هو جريجُورى أبراموفيتش ، الفلكى السوفيتى المولود فى عام ١٨٩٢ بمدينة أوديسا والمتوفى بتاريخ ٤ أغسطس ١٩٥٦ ؛ عمل بين عامى ١٩٢١ ، ١٩٢٥ فى بلكوفو ، ومنذ عام ١٩٢٥ فى سمايس ، ومنذ ١٩٤٥ حتى ١٩٥٢ مديرا بها . إشتغل شاين بالفوتومترى الطيفى ودوران النجوم والسرعات الخطية ثم أخيرا وعلى وجه الخصوص بالسدم المجريه . وقد تم نشر كثير من أرصاده عن هذه الأجسام فى « خرائط السدم الغازيه المتناثره » فى عام ١٩٥٢ .

الشبكة

Reticulu, Ret *(L)*
reticulum
reticule *(sm)*
Netz *(sn)*

كوكبه صغيره فى نصف الكره السماويه الجنوبى لا ترى من خطوط عرض شمال البلاد العربية وترى فى الأجزاء الجنوبيه من العالم العربى مثل السودان وجنوب الجزيره العربيه ، وذلك فى ليالى الخريف مائلة على الأفق الجنوبى .

شبه الظل

penumbra
pénambre *(sf)*
Penumbra *(sf)*

(١) هى منطقة الحافه فى ← بقعه شمسيه .
(٢) المنطقة المجاورة لمسار ← الكسوف الشمسى الكلى على سطح الأرض .

شبه مستقر

metastable
métastable
metastabil

يسمى مستوى طاقة إليكترون شبه مستقر عندما يتواجد فيه الإليكترون لوقت طويل جدا بدون أن يبعث بإشعاع ؛ ← تركيب الذره .

الشتاء

winter
hivers *(sm)*
Winter *(sm)*

أحد ← فصول السنه .

شتارك

Stark

← ظاهرة شتارك .

الشجاع

Hydra, Hya *(L)*
water snake, sea serpent
hydre female *(sf)*
nordliche Wasserschlange *(sf)*

كوكبه واسعه فى منطقة الإستواء السماوى تشاهد أجزاؤها الشماليه فى ليالى الشتاء والربيع . وتمتد الكوكبه فى حوالى ٧ ساعات من المطلع المستقيم أى أكثر من ٩٠°. وألمع نجم فى الكوكبه هو النجم α ويسمى ← الفارض .

الشرائط المضيئه

luminous bandes
bande de lumiere *(sf)*
Leuchtstreifen *(pm)*

هى عبارة عن لمعان على شكل شرائط تشاهد أحيانا فى سماء الليل المظلمه . وتتراوح إرتفاعات الإضاءه فى المتوسط حوالى ١٢٠ كم . وغالبا فإن الإضاءه تأتى مرتبطه مع تيار شهب . ولذلك زعم البعض أن هذه الشرائح المضيئه ناتجه من دخول جسيمات ترابيه من مادة ما بين الكواكب إلى جو الأرض . ومن بين هذه الماده توجد جسيمات صغيره جدا لدرجه أنها تعطى مظهر الشهب عند فرملتها فى جو الأرض مثل كبار الشهب . وعلى أى حال فإن الشرائط المضيئه لا ترجع إلى ضوء إنعكاس وإنما إلى زيادة فى شدة الإضاءه الذاتيه للغلاف الجوى (← ضوء المساء) ، أما كيف تأتى هذه الزيادة فهذا ما لم يكتشف حتى الآن .

الشراع أو شراع السفينه

Vela, vel *(L)*
vela
voile *(sm)*
Segel des Schiffes *(sn)*

إحدى كوكبات نصف الكره الجنوبى الموجوده فى سكة التبانه وتظهر فى ليالى الشتاء .

شدة المجال

field strength
intensité du champ *(sf)*
Feldstärke *(sf)*

هى القوه الموجوده فى مجال ما والتى تؤثر على جسم تجريبى مناسب . وهذا الجسم هو وحدة الشحنه فى حالة المجال الكهربائى ووحدة القطب فى حالة المجال المغناطيسى وعباره عن كتله ١ جم فى حالة مجال الجاذبيه .

الشرق

east
est *(sm)*
Ost, *(sm)* **Osten** *(sm)*

. أحد ← الاتجاهات السماوية .

الشروق

rising
ever *(sm)*
Aufgang *(sm)*

هو لحظة بداية ظهور الجرم السماوى على الأفق نتيجة الحركة اليوميه الظاهريه فى السماء . ويتسبب الإنكسار الذى يصل عند الأفق إلى حوالى ٣٥' ، فى ظهور النجم مشرقا إذا تواجد تحت الأفق بمقدار تلك القيمه . ولهذا لابد من التمييز بين كل من **الشروق الحقيق والشروق الظاهرى** . وينطبق نفس الشئ على إختفاء جرم سماوى تحت الأفق .

أحيانا يتم التمييز بين شروقات وغروبات خاصه للنجوم . وهذه هى الشروق الكونى ، الذى يشرق فيه النجم مع الشمس . والغروب الكونى ، الذى يغرب فيه النجم مع شروق الشمس ثم الشروق الأفولى الحقيق الذى يشرق فيه النجم وقت غروب الشمس ، والغروب الأفولى الحقيق الذى يغرب فيه النجم مع غروب الشمس . وهذه الظواهر ليس من الممكن مشاهدتها بالعين المجرده فى حين يمكن رؤية كل من الشروق الإحتراق ، الذى يشاهد فيه النجم لأول مره أثناء شروقه فى شفق الصباح . والغروب الإحتراق ، الذى يشاهد فيه النجم لآخر مره وهو يغرب فى شفق المساء . وهناك أيضا الشروق الأفولى الظاهرى ، الذى يشاهد فيه النجم لآخر مره وهو يشرق فى شفق المساء ، ثم الغروب الكونى الظاهرى وهو عباره عن الغروب المشاهد لأول مره للنجم فى أثناء شفق الصباح . وعن شروق الشمس ،

← الشفق .

شعاع الذيل

jet of the tail
rayonnement de la queue *(sm)*
Schweifstrahl *(sm)*

← مذنب .

شعر برنيقه

Coma Bernices, Com *(L)*
Bernicés hair
chevelure de Bérnice *(sf)*
Haar der Bernike *(sn)*

إحدى كوكبات نصف الكره الشمالى التى تظهر فى ليالى الربيع . وفى هذه الكوكبه يقع قطب السماء الشمالى ، كما توجد بها عديد من المجموعات النجوميه الخارجيه (وقد سميت الكوكبه بهذا الإسم الذى أطلقه عليها الفلكى كونون من ساموس تكريما لبرنيقه زوجه الملك المصرى بطلميوس أو برجيتس) .

الشعرى الشاميه

Procyon *(L)*.

هو ألمع نجم α فى كوكبة الكلب الأصغر . وهذا النجم بلمعانه من القدر البصرى الظاهرى ٣٦ر٠ يعد من ألمع النجوم فى السماء . والنوع الطيفى للشعرى الشاميه F_5 ونوع قوته الإشعاعيه IV ، أى أنه تحت عملاق ، وعلى ذلك فإن قوته الاشعاعيه تبلغ حوالى خمس مرات مثل الشمس . والمسافه بيننا وبين الشعرى الشاميه صغيره نسبيا وتقدر بحوالى ٥ر٣ بارسك أو ١١ سنه ضوئيه . والشعرى الشاميه عباره عن مزدوج بصرى تابعها قزم أبيض خافت جدا . يطلق على الشعرى الشاميه أيضا إسم **الرجل المتقدمه** أو **الكلب المتقدم** .

الشعرى اليمانيه أو نجم الكلب

sirius
sirius
Sirius, Hundstern *(sm)*

هو النجم α فى كوكبة الكلب الأكبر . وتعد الشعرى اليمانيه بلمعانها البصرى الظاهرى من القدر ــ ٤٤ر١ (اللمعان الفوتوغرافى ــ ٥٨ر١) ألمع نجم فى السماء . ينتمى هذا النجم إلى النوع الطيفى A1 ونوع القوة الإشعاعيه V ، أى أنه أحد نجوم التتابع الرئيسى مبكرة النوع الطيفى . وبالمقارنه بالشمس نجد أن نجم الكلب له قوة إشعاعيه مثل الشمس ٢٠ مره ، ودرجة حرارته الفعاله ١٠٣٨٠° ك ، ونصف

قطره ١،٧٦ قدر نصف قطر الشمس . يبعد نجم الشعرى اليمانيه عنا بحوالى ٢٧ بارسك أو ٨،٨ سنة ضوئيه . ولهذا يبدو النجم لامعا جدا نظرا لبعده الصغير عنا . والشعرى اليمانية عبارة عن مزدوج نجومى تابعه أخفت عنه بحوالى ١٠ أقدار (**تابع الشعرى اليمانيه ، أو الشعرى B**)وهذا التابع عباره عن قزم أبيض . وقد دأب المصريون القدماء على إستخدام الشروق الإحتراقى للشعرى اليمانيه فى تحديد الزمن (← التقاويم) .

الشعيلات الشمسية

faculae
facules *(pf)*
Fackel *(sf)*, **Sonnenfackel** *(sf)*

هى مناطق كبيره على قرص الشمس تبدو ألمع عما يجاورها ، ويرجع السبب فى ظهورها إلى تسخين شديد فى الطبقات العليا من الغلاف الجوى الشمسى ، الأمر الذى ينتج عنه إشعاع عال . تتكون مناطق الشعيلات من شبكة شرايين ضوئيه بها تحبب شبيه بالموجود فى الفوتوسفير . وعمر مناطق الشعيلات متباين جدا ومن الممكن أن تستمر إلى بضع شهور . وكظاهرة مؤقته فإن الشعيلات الشمسيه تنتمى إلى النشاط الشمسى ، إذ أن نشأتها وتطورها عبارة عن ظاهرة مصاحبة لمركز الإشعاع . من هنا فإن الشعيلات الشمسية تدخل فى علاقة وطيده مع ← الكلف الشمسى ؛ حيث تحاط البقع الشمسيه دائما بالشعيلات . وعلى العكس من ذلك لاتشاهد فى كل مناطق الشعيلات بقعا شمسيه . وهذا له صلة ولو جزئيا على الأقل بالعمر الطويل للمشاعل الشمسيه ، التى تظل ترى لوقت طويل بعد إختفاء البقع الشمسيه . وعلى حسب العلاقه الوطيده فإن الشيعلات الشمسيه تتبع دورة البقع الشمسيه وتحدث غالبا فى أحزمة الكلف الشمسى . تمتد أحزمة الشعيلات حتى ٤٥° على جانبى خط الاستواء الشمسى . وقبل حضيض البقع الشمسية يمكن مشاهدة شعيلات شمسية فى العروض الشمسية العليا . وترتبط هذه الشعيلات القطبية بإمتدادات الكورونا التى تُرى على أحسن وجه فى هذه الأوقات .

وعلى الصور الشمسية العادية ، التى تعطى صورة لفوتوسفير الشمس ، تُرى الشعيلات الشمسية فقط بالقرب من حافة قرص الشمس ؛ وفى هذه الحالة يطلق عليها **الشعيلات الفوتوسفيريه** . وعلى صور الشمس الطيفية ، التى تُعطى صورة للكروموسفير الموجود فوق الفوتوسفير نرى الشعيلات الشمسية فوق كل قرص الشمس **كشعيلات كروموسفيريه** . ويزداد هذا النوع وضوحا كلما زاد إرتفاع الطبقة التى أخذت فيها الصورة ؛ ففى الصور الشمس الطيفية فى ضوء خط الكالسيوم K- وهى صور للطبقات العالية جدا من الكروموسفير- فإن الشعيلات الشمسية تغطى البقع الشمسية تماما . وتظهر الشعيلات الشمسية أيضا واضحة جدا فوق الصور الشمسية المأخوذة فى ضوء خط الإنبعاث ليمان ـ ∝ (اللوحتان ٤ ، ٥) . من ذلك يمكن إستنتاج الآتى :

فى مناطق الشعيلات تعلو درجة حرارة الطبقات العليا من الغلاف الجوى الشمسى ببضع مئات الدرجات ، بينما تكون الطبقات السفلى من الفوتوسفير على النقيض من ذلك بارده نسبيا عما يجاورها . لذلك فإننا لا نرى الشعيلات الشمسية عند منتصف قرص الشمس ، الذى تتعادل فيه زياده إشعاع الطبقات العليا مع قلة الإشعاع فى الطبقات الأعمق والأبرد . ونتيجة التسخين العالى تظهر أيضا فى الطيف خطوط الإثاره العالية والذرات شديدة التأين .

الشغل

work
travail *(sm)*
Arbeit *(sf)*

هو حاصل ضرب القوة F التى تؤثر على جسم ما فى المسافه S التى يقطعها الجسم تحت تأثير هذه القوة . أى أن الشغل A يعطى بالعلاقه :

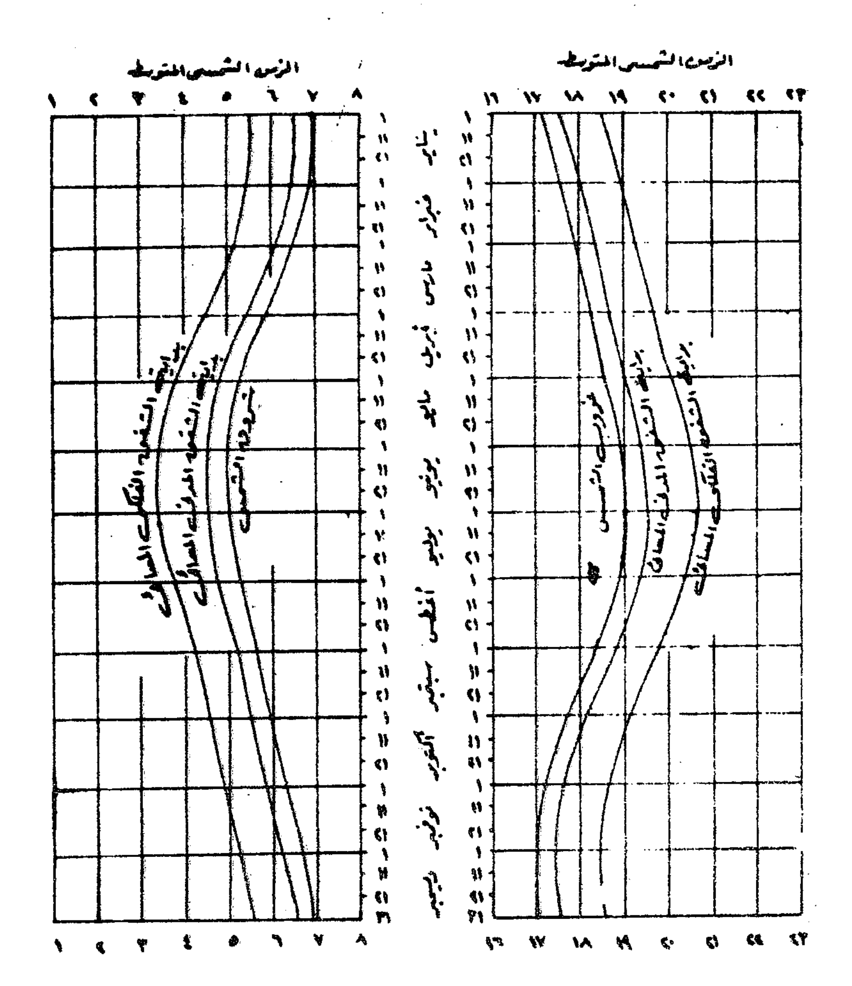
F S = ووحدات الشغل هى الجول (ج) أو الوات ثانية (و ث) أو نيوتون . متر (ن.م) ؛ ١ ج = ١ و.ث = ١ ن.م = ١٠^{٧} إرج عبارة عن الشغل المبذول عندما تتحرك نقطه تحت تأثير قوة قدرها نيوتن فى إتجاه هذه القوه فتسير مسافة متر واحد . ١ إرج = ١ دين سم = ١ جم . سم^{٢} . ثِ^{٢} ، ١كيلو وات ساعه = ٣٫٦٠ × ١٠^{١٣} إرج .

الشفق

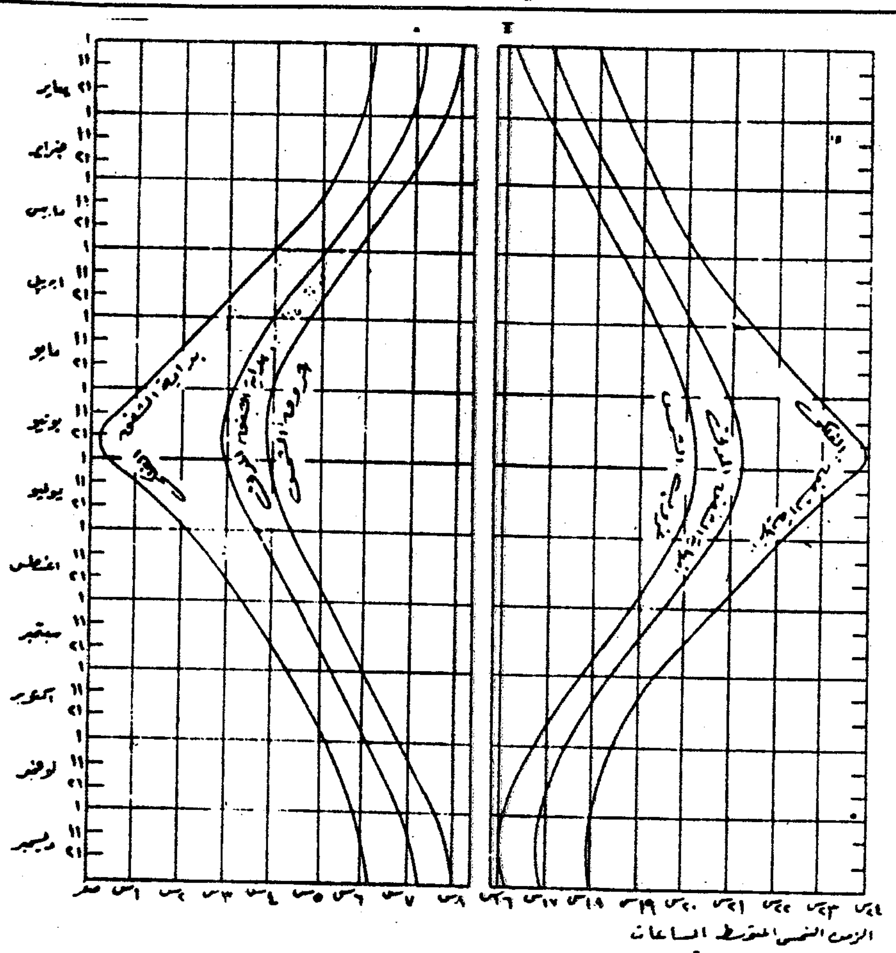
tweilight
crépuscule *(sm)*
Dämmerung *(sf)*

هو وقت الإنتقال بين النهار والليل الذى تقل أو تزيد فيه الإضاءه . ويظهر الشفق نتيجة لتشتت الضوء فى الطبقات العاليه من الغلاف الجوى الأرضى ، الطبقات التى لا زالت مضاءه مباشرة بضوء الشمس ، إلى المناطق التى لم تصلها أشعة الشمس المباشرة .

(١) إعتماد طول فترة الشفق على ميل مسار الشمس على مستوى افق .



(٢) بداية ونهاية كل من الشفق الفلكي والمدني وكذلك شروق وغروب الشمس لخط عرض ٣٠ شمالا .



(٣) بداية ونهاية كل من الشفق الفلكي والمدني وكذلك شروق وغروب الشمس لخط عرض ٥٠ شمالا .

يطلق **الشفق المدنى** على الفترة الزمنية التى تستغرقها الشمس قبل شروقها لترتفع من على عمق ٦° تحت الأفق أو بعد غروبها حتى تصل إلى نفس العمق . أما **الشفق الفلكى** فيبدأ أو ينتهى عندما تكون الشمس حوالى من ١٦° إلى ١٨° تحت الأفق . وطول فترة الشفق تعتمد على سرعة نزول الشمس تحت الأفق ، أى على درجة ميل مدار الشمس الظاهرى بالنسبة للأفق . ويستغرق الشفق وقتا قصيرا فى المناطق الإستوائيه ، لأن ميل مدار الشمس حاد جدا فى هذه المناطق على الأفق . أما فى خطوط العرض الكبيرة فيستغرق الشفق فتره أطول من ذلك بكثير ، وتعتمد فترة الشفق كذلك على ميل الشمس . ففى أثناء الانقلاب الصيفى تتواجد الشمس فى خطوط عرض وسط أوربا ، عند منتصف الليل ، تحت الأفق الشمالى بقليل جدا حتى أن الشفق يشمل الليل كله .

الشقوق القمرية

rills, grooves
rainures *(pf)*, **fissures** *(pf)*
Rillen *(pf)*

من تضاريس سطح ← القمر .

شكل الحالة

state diagran
diagramne d'état *(sm)*
Zustandsdiagramm *(sm)*

هو شكل يمثل العلاقة بين إثنين أو أكثر من ← أبعاد الحالة . هو ← شكل - هرتز اسبلانج - رسل . ومن الأشكال الأخرى ← علاقة الكتلة وقوة الإشعاع .

شكل اللون واللمعان

colour - magnitude diagramn
diagramme couleur - magnitude *(sm)*
Farben - Helligkeitsdiagramm *(sm)*

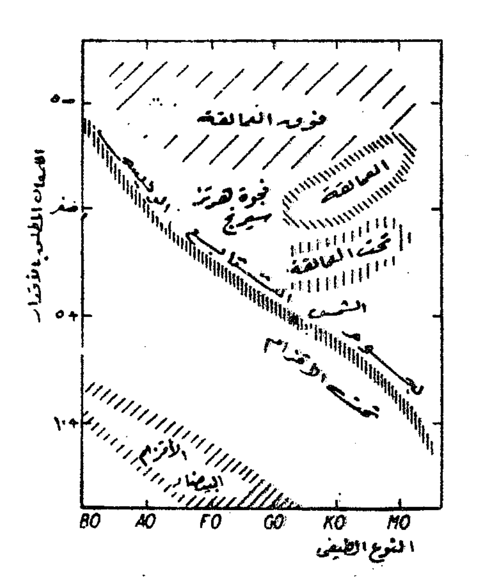
هو شكل حاله مكافئ لشكل هرتز سبرنج رسل لكن أستعيض بالمعامل اللونى بدلا من النوع الطيفى واللمعان الظاهرى بدلا من اللمعان المطلق .

شكل هرتز سبرنج رسل

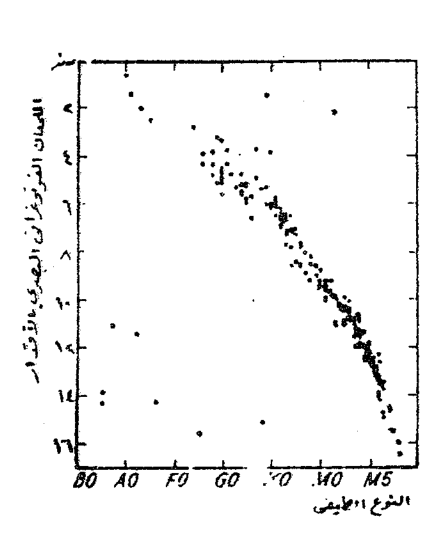
Hertzsprung - Russel diagram
diagramme de Hertzsprung - Russel *(sm)*
Hertzsprung - Russel - Diagramm *(sm)*

(H-R) هو شكل أردجت فيه النجوم حسب نوعها الطيفى وقوة إشعاعها ممثلا فى لمعانها الحقيقى . ولما كان الشكل يربط بين النوع الطيفى واللمعان الحقيقى فإنه بذلك يمثل أهم أشكال الحاله . وترجع فكرة وضع العلاقة بين النوع الطيفى واللمُعان الحقيقى فى شكل واحد إلى رسل (١٩١٣) بعد أن إكتشف هرتز سبرنج (١٩٠٥) وجود نجوم متساويه فى درجة حرارتها أى متساويه فى نوعها الطيفى من عمالقة وأقزام تختلف عن بعضها البعض فى اللمعان الحقيقى . وقد حظى شكل هرتز سبرنج ـ رسل بأهمية خاصة فى الفلك لأنه يمكن بواسطته إستنتاج إيضاحات لمسائل فلكيه مختلفه .

ليست النجوم موزعه بإنتظام فى شكل هرتز سبرنج ـ رسل بل إنها تتجمع فى بعض مناطق الشكل على هيئة فروع كما أن هناك مناطق تتفاداها النجوم كليه . وغالبية النجوم تقع فى فرع ضيق نسبيا ومحدد يمتد من نجوم ـ**O** ذات اللمعان الحقيقى من القدر ـ ٦ حتى نجوم **M** ذات الأقدار من ٩ إلى ١٦ . ويسمى هذا الفرع **بالتتابع الرئيسى أو فرع الأقزام** ويحتوى نجوم نوع القوه الاشعاعيه **V** . وتقع الشمس أيضا فوق التتابع الرئيسى . وهناك فرع آخر غير واضح التحديد يتكون من النجوم من **Go** حتى **M** ذات اللمعان الحقيقى من القدر صفر تقريبا وهذه النجوم تقع إلى أعلى من التتابع الرئيسى . ونظرا للكبر النسبى فى لمعانها الحقيقى لنفس النوع الطيفى أى لنفس درجة الحرارة السطحية مثل نجوم التتابع الرئيسى فإنه يلزم أن تكون السطوح المشعه فى هذه النجوم أكبر ، أى أن لها أقطار أكبر من أقطار نجوم التتابع الرئيسى . ولهذا السبب سميت هذه النجوم بالعمالقة (العاديه) ، ونوع قوتها الإشعاعية **III** ، كما أطلق على مكانها فى شكل **HR** **بفرع العمالقة** . وبين التتابع الرئيسى وفرع العمالقه توجد منطقة تحت العمالقه (نوع قوة الإشعاع **III**) ، وهى نجوم تتراوح أقطارها بين أقطار العمالقه وأقطار الأقزام . يوجد بالمنطقه الأخيره عدد

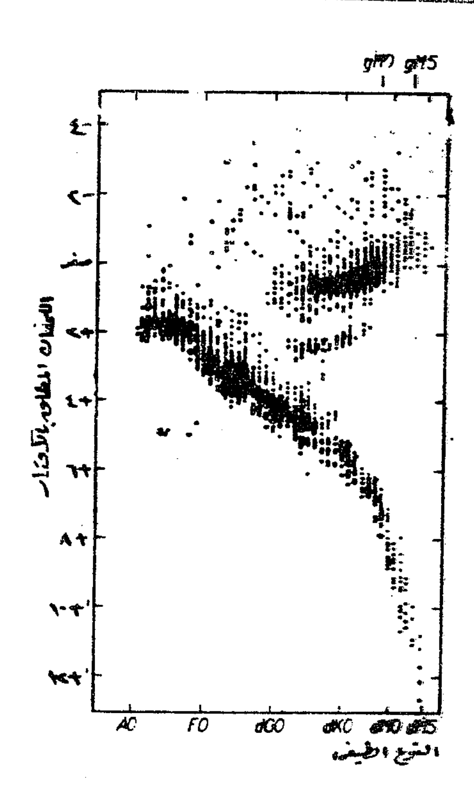


(١) رسم تخطيطى لشكل هرتز سبرنج ـ رسل .



(٢) شكل هرتز سبرنج ـ رسل للنجوم التى لا تبعد عنا بأكثر من ١٠ بارسك .

صغير نسبيا من النجوم . ولا يتدخل فرع العمالقه مع التتابع الرئيسى مباشر وإنما يوجد فى المنطقة من A5 حتى G0 عند إمتداد فرع العمالقة منطقة خالية بدرجة واضحة تسمى فجوة هرتز سبرنج . يمتد فوق فرع العمالقه فرع فوق العمالقة (نوع القوة الإشعاعية I) والعمالقة اللامعة (نوع القوة الإشعاعية II) وهى وأن كانت غير كثيفه إلا أنها منتظمة الكثافة . وتحت التتابع الرئيسى بحوالى من ١ إلى ٣ أقدار توجد مناطق تحت لأقزام فى الأنواع الطيفية المتوسطة . وهناك منطقة معزولة بين الأقدار من ٨ إلى ١٢ تحت التتابع الرئيسى فى الأنواع الطيفية من B إلى G تحتلها الأقزام البيضاء . وهذه عبارة عن نجوم أقطارها متناهيه فى الصغر وبجانب هذه المجموعات الرئيسية هناك مجموعات نجومية صغيرة نسبيا لها مكانها المميز فى شكل HR مثل نجوم النوفا والمتغيرات (الشكل ← المتغيرات) . وإذا رسمنا شكل HR مرة بالنسبة للنجوم التى تشغل حيزا معينا حول الشمس فى قطر حوالى ١٠ بارسك مثلا ومرة أخرى لكل النجوم معروفة اللمعان الحقيقى فإننا نلاحظ فرقا واضحا بين الشكلين . فى الشكلين نرى أن التتابع الرئيسى هو أكثرها إزدحاما . وعلى النقيض من ذلك نجد نجما واحدا فقط عن فرع العمالقة ، فى حيز نصف القطر ١٠ بارسك حول الشمس من حوالى ٢٥٠ نجما معروفه ؛ بينما فى الشكل الذى يجمع النجوم ذات اللمعان الحقيقى المعروف جميعا نجد فرع العمالقة مزدحم جدا . يرجع ذلك إلى أن النجوم العمالقة تقع على مسافات كبيرة وتظل تشاهد لما هى عليه من لمعان مطلق كبير . أما نجوم التتابع الرئيسى فهى على العكس من ذلك تبعا للمعانها البسيط موجودة على مسافة أقل من العمالقه مثيلاتها فى اللمعان . وحتى نحصل على الشيوع الحقيقى لنجوم المجموعات المختلفة فى الفضاء يلزم المقارنه فقط بين النجوم الموجوده فى مكان واحد من الكون . لهذا السبب فإن الشيوع الحقيقى للنجوم القريبة من الشمس صحيح تقريبا فقط بالنسبة للنجوم الألمع من القدر



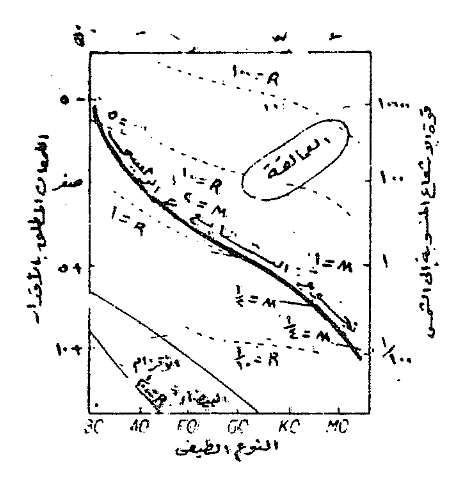
(٣) شكل هرتز سبرنج ــ رسل لعدد ٤٠٠٠ نجم من النوع الطيفى A حتى M .

التاسع أو العاشر . وليس هذا صحيحا بالنسبة للنجوم الأضعف من ذلك فى لمعانها لأن الشكل لا يشملها بصورة تامة . ومن التأملات الإحصائيه النجمية يمكن إستنتاج أنه فى المنطقة القريبة من الشمس يوجد حوالى ٢٥٠ نجما لم تكشف بعد ولها لمعان مطلق بين القدر ١١ والقدر ١٧ . ومن المحتمل أن تنتمى هذه النجوم للتتابع الرئيسى كما أن كثير منها يحتمل إنتماؤه إلى الأقزام البيضاء ، التى تعرف منها حتى الآن ٧ أفراد فى هذه المنطقة ويعطى الشيوع العددى لنجوم لمعان مطلق محدد بدون إعتبار لنوعها الطيفى ← دالة القوة الإشعاعية .

توجد فروق مميزة فى شكل H R لكل من الجمهرة الأولى والثانية ، كانت السبب فى إكتشاف الجمهرات . فبينما نجد أن التتابع بالنسبة للجمهرة الأولى مملؤ حتى نجوم B ونجوم O فإن نجوم الجمهرة الثانية لا تتواجد إطلاقا على التتابع الرئيسى

إبتداء من النوع الطيفى FO . بالإضافه إلى ذلك فإن فرعى العمالقه لكلا الجمهرتين متزاحين بالنسبه لبعضها البعض (← الجمهرات) . وشكل H-R للمنطقة القريبة من الشمس يمثل فى الأساس هذا الشكل بالنسبة للجمهرة الأولى . ونرى الفروق المميزه على وجه الخصوص إذا قمنا بإدراج وضع النجوم فى شكل H-R واحد بالنسبة لنجوم الحشود المفتوحة كممثلات للجمهرة الأولى وكذلك للحشود الكروية التى تنتمى للجمهرة الثانية (الشكل ، ← الحشود المفتوحة) . والسبب فى هذه الفروق راجع إلى الإختلاف فى أعمار الجمهرتين (إنظر بعده) .

لا توجد إمكانية لتحديد النوع الطيفى ولا اللمعان المطلق بالنسبة للنجوم ذات اللمعان الظاهرى الخافت ، لأنه لا يمكن أخذ رصدات طيفية بتفريق كاف ، إلا أنه ، أيضا بالنسبة لتلك النجوم ، يمكن عمل شكل H-R نسبى عندما تكون هذه النجوم على نفس المسافة من الشمس تقريبا . فبدلا من اللمعان المطلق يستعاض باللمعان الظاهرى الذى يختلف عن الأول فى هذه الحالة بمقدار ثابت نظرا لتساوى المسافة لجميع أفراد المجموعة تحت الإختبار . بدلا من النوع الطيفى يستعاض أيضا بمعامل اللون . وفى الشكل المكون بهذه الطريقة **أى شكل اللون واللمعان**



(٤) شكل هرتز سبرنج ــ رسل وعليه خطوط متساويات الكتله (ــ) ومتساويات القطر (ـــ) ومتساويات درجة الحرارة الفعالة (...) .

يكون الوضع النسبى للفروع المختلفه مرسوما بطريقة صحيحه . ويغلب تطبيق هذه الطريقة مع الحشود النجمية التى يمكن إعتبار شرط تساوى المسافة من الشمس إلى جميع الأفراد فيها منطبقا . وحتى يكون الشكل الجديد متلائما مع شكل H-R يلزمنا إما معرفة مسافة الحشد النجمى من الشمس ، لأنه بذلك يمكن أستنتاج اللمعان المطلق أو نستمر فى إزاحة شكل H-R فى أتجاه اللمعان المطلق حتى ينطبق تتابعه الرئيسى مع التتابع الرئيسى فى شكل اللون واللمعان . ومن قيمة الإزاحه يمكنا بطريقة عكسية إستنتاج مسافة الحشد . وتوجد صعوبة ، فى هذا الشأن ، بالنسبة لتلك الحشود التى يتأثر معامل لونها كثيرا بواسطة المادة الترابية الموجودة بين النجوم . ويلاحظ هذا التأثير فى إمتصاص ضوء النجم بشدة أكثر فى الموجات القصار (الزرقاء) من الضوء عن إمتصاصها فى الموجات الطوال (الحمراء) بحيث يظهر النجم أكثر إحمرار عما هو فى الحقيقه . من خلال ذلك يحدث دوران فى فروع شكل H-R ويمكن التخلص من التأثير عن طريق القياسات الضوئية ثلاثية أو عديدة الألوان .

يمكن تفسير إختلاف كثافات النجوم فى شكل HR بمساعدة نظرية ← تطور النجوم : فبمرور الزمن تتغير الأبعاد المرصودة للنجم ، النوع الطيفى والقوة الإشعاعية ، فيسلك النجم بذلك طريقا لتطوره فى شكل HR (الشكل ← تطور النجوم) . ويسير النجم على هذا المسار بسرعات مختلفة فى فترات تطوره المختلفه وهناك فى المنطقه التى يكون فيها طريق التطور هذا قصيرا تتكوم النجوم . وهذا هو الحال تقريبا فى نطاق التتابع الرئيسى . أما فى المناطق التى تكون فيها سرعة التطور كبيره ، أى التى يغير النجم فيها كل من النوع الطيفى ونوع القوة الإشعاعية بسرعة فإننا نشاهد قليلا من النجوم مثل ما هرتز سبرنج ــ رسل . وهناك شكل حالة هام آخر هو العلاقة بين الكتلة وقوة الاشعاع أو ← علاقة الكتلة وقوة الإشعاع .

هو الحال فى فجوة هرتز سبرنج على سبيل المثال . والمناطق المزدحمه بالنجوم هى لذلك مناطق حالة النجوم فيها ثابته نسبيا .

على جانبى خط فاصل فى مناطق الأنواع الطيفية المتأخرة ، خط هاياشى ، لا تشاهد أى نجوم فى شكل هرتزسبرنج رسل . يرجع ذلك إلى أنه على جانب هذا الخط توجد النجوم البدائية التى لم تبلغ بعد التعادل الميكانيكى ولكنها تنكمش تحت تأثير جاذبيتها ، ويسير تطورها بسرعة كبيرة بحيث أن إحتمال رؤية نجم منها فى هذه الحالة ضعيف جدا . ويمر خط هاياشى رأسيا عند درجات حرارة فعالة من حوالى ٥٠٠٠ إلى حوالى ٣٠٠٠°ك ، أى ما يقابل نوعا طيفيا من **KO** حتى **M5** وإن كان الوضع الدقيق لهذا الخط يختلف حسب كتلة النجم .

ولشكل **HR** الخاص بالحشود النجمية أهمية خاصة بالنسبة لنظرية تطور النجوم . فيمكن إفتراض أن نجوم الحشد قد نشأت تقريبا فى نفس الوقت ، بحيث كان تركيبها الكيماوى وقت نشأتها متماثلا وأن كتلاتها كانت مختلفة عن بعضها البعض . ويعطى وضع الحشد النقط فى شكل **HR** التى مرت بها النجوم ذات التركيب الكيماوى المتشابه أصلا لكن المختلفة الكتلة وذلك فى وقت معين بعد نشأتها . ولما كان طريق تطور نجم ما فى شكل **HR** يمكن حسابه بالنسبة للكتلة (←— تطور النجوم) فإنه يمكن من الوضع الحال لنجوم الحشد فى الشكل إستنتاج عمره .

تتحدد وضع نجم ما فى شكل **HR** بمعرفة لمعانه المطلق ونوعه الطيفى . وبين هذين البعدين والأبعاد الأخرى مثل الكتلة ونصف القطر ودرجة الحرارة الفعالة توجد علاقات معروفة تم تحديدها إما عن طريق المشاهدة أو الحسابات . وعلى أساس هذه العلاقات يمكن رسم خطوط فى شكل **HR** تمر بالنجوم المتساوية فى نصف القطر أو فى درجة الحرارة الفعلية (الشكل) . وتمر خطوط تشاوى الكتلة بالشكل أفقية فى منطقة التتابع الرئيسى ، أى أن التساوى فى اللمعان المطلق يدل تقريبا على تساوى فى الكتلة بالنسبة لنجوم التتابع الرئيسى . وخطوط تساوى درجة الحرارة تمر فى منطقتى فوق العمالقة والعمالقة راسية تقريبا . ويرجع ذلك إلى أن درجة تأين العناصر وبالتالى النوع الطيفى للنجم بالإضافة إلى الضغط تعتمد على درجة الحرارة فى فوتوسفير النجم . وتساوى النوع الطيفى يدل فى حالة إنخفاض الضغط ، مثلما هو الحال فى غلاف نجوم العمالقة ، على تساوى فى درجات الحرارة الفعلية . وفى مناطق الأنواع الطيفية المتوسطة والمتأخرة ، أى مناطق الأنواع الطيفية من **F** حتى **M** تختلف خطوط تساوى درجة الحرارة عن المسار الرأسى عند التتابع الرئيسى ، لأن هذه النجوم لابد أن تكون درجات حرارتها عالية نتيجة لإرتفاع الضغط فى أغلفتها حتى تظل درجة التأين وبالتالى النوع الطيفى كما هما للنجم العملاق . أى أن نجوم العمالقة لها فى نفس النوع الطيفى درجة حرارة أقل قليلا عن نجوم التتابع الرئيسى . هذا ويجب ملاحظة أن مسار الخطوط فى الشكل المرافق نوعيا فقط .

الشمال

north
nord *(sm)*
Nord *(sm)*, **Norden** *(sm)*

هو أحد ←— الاتجاهات السماوية .

الشمس

sun
soleil *(sm)*
Sonne *(sf)*

(أنظر لذلك اللوحات من ٣ إلى ٥) . هى الجسم المركزى فى المجموعة الشمسية ويرمز لها بالرمز ⊙ والشمس عبارة عن كرة مشعة ؛ فتبدو لنا كقرص مضئ مستدير وواضح التحديد . وعن طريق قبضة جاذبيتها (←— الجاذبية) فإن الشمس تمسك بالأجسام الأخرى فى المجموعة الشمسية ، ومنها الأرض أيضا ، فى مدارتها . وبالإضافة إلى جاذبيتها

فإن الشمس تؤثر بإشعاعها على الأرض من نواحى كثيره (ـــــ الظواهر الشمسيه الأرضيه) مُمكِّنة بذلك الحياة على ظهر الأرض بما تتبرع به من إشعاع .

الابعاد : يتأرجح بعد الشمس عن الأرض ، وذلك لأن مدار الأرض حول الشمس ليس دائريا ، بين ١٤٧ر١ مليون كم فى أقرب مسافه (بداية يناير) وبين ١٥٢ر١ مليون كم فى أبعد مسافه (فى بداية يوليو) ويقدر البعد المتوسط بين الأرض والشمس بحوالى ١٤٩ر٦ مليون كم = ١ وحدة فلكيه . وقطر الشمس الظاهرى أكبر بقليل من $\frac{١}{٢}$° ؛ فهو فى الحضيض الشمسى ٣٦ً ٣٢َ وفى الأرج ٣١ً ٣١َ وعلى البعد المتوسط حوالى ٥٩ً ٣١َ . والقطر الحقيقى لقرص الشمس الكروى حوالى ١ر٣٩٢ مليون كم = ١٠٩ر٢٤ مره قدر قطر الأرض المتوسطه ، وهو ما يساوى ٣ر٦ مره قدر البعد المتوسط بين القمر والأرض ، ومن على سطح الأرض فإننا نرى مسافة على سطح الشمس طولها ٧٢٥ كم تحت زاويه قدرها ١ً . وحسب قانون كبلر الثالث تم حساب كتلة الشمس فوجدت ١ر٩٩ × $١٠^{٣٣}$ جم = ٣٣٣ ٠٠٠ مره قدر كتلة الأرض وتعتبر الشمس بذلك حوالى ٧٥٠ مره أكبر من كتلة جميع الأجسام الأخرى فى المجموعة الشمسيه مجتمعه . تبلغ الكثافة المتوسطه للشمس حوالى ١ر٤١ جم/$سم^{٣}$ ، أى أكبر بقليل من كثافة الماء ، وهى فى نفس القوت حوالى $\frac{١}{٤}$ متوسط كثافة الأرض . وعجله التثاقل للشمس حوالى ٢٨ مره أكبر منها على سطح الأرض ، أى أن عجلة التثاقل على سطح الشمس حوالى ٢٧٣٩٨ سم/$ث^{٢}$.

الأبعاد الهامة للشمس :

البعد عن الأرض :		
البعد المتوسط عن الأرض	١٤٩ر٦ مليون كم	
البعد الأكبر عن الأرض	١٥٢ر١ مليون كم	
البعد الأصغر عن الأرض	١٤٧ر١ مليون كم	
القطر :		
المتوسط الظاهرى	٥٩ً ٣١َ	
الحقيقى	١ر٣٩٢ مليون كم	
الحجم :	١ر٤١٢ × $١٠^{١٨}$ $كم^{٣}$	
الكتلة	١ر٩٩ × $١٠^{٣٣}$ جم = ٣٣٣٠٠٠ كتلة الأرض .	
الكثافة المتوسطة	١ر٤١ جم / $سم^{٣}$.	
عجلة التثاقل على السطح	٢٧٣٩٨ سم / $ث^{٢}$.	
ميل مستوى الأستواء على البروج	٧ْ ١٥َ	
متوسط زمن الدورة :		
النجمية	٢٥ر٣٨ يوم	
الاقترانية	٢٧ر٢٧٥ يوم	
اللمعـــان :	الظاهرى	المطلق
البصرى	٢٦ر٨٦ق	+ ٤ر٧١ق
الفوتوغرافى	٢٦ر٨٦	+ ٥ر١٦
البولومترى	٢٦ر٩٥	+ ٤ر٦٢
كفاءة الاشعاع :		
الكلى ، قوة الإشعاع	٣ر٩٠ × $١٠^{٣٣}$ إرج / ث = ٣ر٩٠ × $١٠^{٢٣}$ كليو وات .	
لكل $سم^{٢}$ من سطح الشمس	٦ر٤١ × $١٠^{١٠}$ إرج / $سم^{٢}$. ث = ٦ر٤١ كيلوات / $سم^{٢}$.	
الثابت الشمسى	١ر٣٩٥ × $١٠^{٦}$ إرج / $سم^{٢}$. ث = ١ر٣٩٥ كيلوات / $م^{٢}$.	
النوع الطيفى	G	
نوع قوة الإشعاع	V	
درجة الحرارة الفعالة	٥٧٨٥ درجة .	

وتبعا لتركيبها وإشعاعها فإن الشمس تشابه النجوم الثوابت . وهى واحد من حوالى ١٠٠ بليون نجم فى مجره سكة التبانه ، التى تحتوى الشمس على فرع ذراع حلزونى يبعد حوالى ١٠٠٠٠ بارسك عن مركز المجموعة وحوالى ١٥ بارسك إلى الشمال من مستوى المجره .

حركات الشمس : تقوم الشمس بحركة ظاهرية ، تنشأ من دوران الأرض حول محورها (الدوران) من ناحية وفى مدارها على هيئة قطع ناقص حول الشمس من ناحية أخرى (الحركة المداريه) بالإضافه إلى ذلك فإن الشمس تقوم بحركة حقيقيه فى مجموعة سكة التبانه .

وتتكون حركة الشمس الظاهريه من : (١) مشاركة الشمس فى الحركة الظاهريه للنجوم فى السماء نتيجة لدوران الأرض ؛ فتتحرك بذلك الشمس من الشرق ألة اكعلب زبيكغ أقصى إرتفاع لها فوق الأفق حوالى الساعه ١٢ بالتوقيت الحقيقى المحلى (٢) فى نفس الوقت تقوم الشمس بحركة ظاهريه سنويه ، ناتجه عن الحركة المداريه للأرض حول الشمس وتنعكس حركة الأرض الزاويه هذه فى شكل حركة دائمه للشمس بين النجوم الثوابت من الغرب إلى الشرق ، أى عكس الدوران اليومى . تتم هذه الحركة السنويه الظاهريه فى البروج ، أى فى الدائره الناتجه من تقاطع مدار الأرض مع الكره السماويه . فى كل يوم تتراجع الشمس حوالى ١ر٥٩َ فى حركتها الظاهريه أى تتراجع قدر قطرها فى حوالى ١٣ ساعه وهذه الحركة غير منتظمه ، وذلك لأن الأرض تتحرك فى الشتاء ، عندما تكون قريبه من أقرب نقطه فى مدارها إلى الشمس أسرع منها فى الصيف . من هنا فإن الزمن بين عبورين متتالين للشمس يختلف طوله حسب فصول السنه . وحتى نحتفظ بطول اليوم ثابتا أدخلت **الشمس المتوسطه** ، أى شمس تخيليه تتحرك بسرعه منتظمه على خط الإستواء . ويميل البروج على الإستواء المساوى بزاويه ٢٧َ ٢٣ْ . وتتواجد الشمس فى نقطتى تقاطع البروج مع دائره الإستواء السماوى عند وقتى الإعتدالين ، أى وقتى تساوى الليل والنهار ، وبالتحديد فى ٢١ مارس ، ٢٣ سبتمبر . فى هذين الوقتين تُرى الشمس عند خط الإستواء وهى تعبر فى سمت الرأس ظهرا . وبعد الإعتدال الربيعى تتحرك الشمس على البروج ناحية الميول الشماليه فتصل إلى أكبر ميل شمالى ٢٧َ ٢٣ْ فى ٢١ يونيو ، وقت الإنقلاب الصيفى . فى ذلك الوقت يكون عبور الشمس وقت الظهيره كما تُرى من دائره الإنقلاب الشمالى للأرض ، فى السمت . ثم تقترب بعد ذلك من الإستواء السماوى . أى ينقص ميلها ويصبح بالسالب بعد أن تعبر الاعتدال الخريفى . وعند الإنقلاب الشتوى ، فى ٢١ ديسمبر ، فى الوقت الذى تُرى فيه الشمس من دائره الإنقلاب الجنوبى للأرض ، وهى تعبر خط الزوال فى السمت ، تصل الشمس أكبر ميل جنوبى لها أى ٢٧َ ٢٣ْ . ومع الميل يطول النهار ويزداد إرتفاع الشمس وقت العبور . وفى المنطقتين القطبتين من الأرض وحتى الدائرتين اللتين تبتعدان عنهما بمقدار ٢٧َ ٢٣ْ شمالا وجنوبا تكون الشمس لفتره تطول أو تقصر كنجم خسان ، أى أنها لا تغرب تحت الأفق حتى فى منتصف الليل (النهار القطبى ؛ ←الليل القطبى) .

تغير الشمس من مكانها أثناء حركتها الحقيقيه فى سكة التبانه . ويمكن إستخراج هذه الحركة من أرصاد الحركة الذاتيه للنجوم . فالحركة الحقيقيه تتكون من جزئين هما بالتحديد ؛ حركة بالنسبه للنجوم الثوابت القريبه وحركة دوران بالنسبه لمركز مجرة سكة التبانه .

(١) تتحرك الشمس بالنسبه للنجوم الثوابت القريبه بسرعه ٤ر١٩ كم/ث (الحركة الشاذه) ، وبذلك فإنها تقطع فى العام ضعف قطر مدار الأرض . وإتجاه أو هدف هذه الحركة ، **مستقر الشمس** ، موجود فى كوكبة الجاثى ، وإحداثياته : المطلع المستقيم ٢٧١ْ = ٤ْ ١٨ْ ، الميل = + ٣٠ْ . إلا أن هذه القيم